MOTIIVI 3

Tietoa käsittelevä ihminen

Suvi Hoffman
Kristiina Holm
Vesa Åhs
Alexander Degerman

Sanoma Pro Oy
Helsinki

Tiedustelut

Sanoma Pro Oy, Helsinki
puh. 020 391 000
sähköposti: asiakaspalvelu@sanomapro.fi

www.sanomapro.fi

Kustantaja: Sanoma Pro Oy
1. painos, 2017

ISBN 978-952-63-4624-3

Toimitus: Anni-Elina Karvonen
Kuvatoimitus: Nina Tuittu
Ulkoasu, taitto ja graafit: Johanna Junkala
Piirroskuvat: Eduard Müller
Kannen kuva: Getty Images / iStock

© Suvi Hoffman, Kristiina Holm, Vesa Åhs, Alexander Degerman
ja Sanoma Pro Oy

Kopiointiehdot

Tämä teos on yhdistetty työ- ja oppikirja, joka on suojattu
tekijänoikeuslailla (404/61).
Työkirjasivujen tai niiden osien valokopiointi, skannaaminen
tai muu digitaalinen kopiointi on kokonaan kielletty.
Tekstisivujen tai niiden osien valokopiointi, skannaaminen tai muu digitaalinen
kopiointi tai käyttö edellyttää oikeudenomistajan luvan. Kopiosto ry myöntää
teosten osittaiseen kopiointiin lupia. Tarkistakaa, mitkä valokopiointi- ja digiluvat ovat kohdallanne voimassa.
Lisätietoja luvista www.kopiosto.fi

Teoksen tai sen osan muuntelu on kielletty.

Oppikirjan tekemiseen on saatu tukea Suomen tietokirjailijat ry:ltä.

TEKIJÄT

Suvi Hoffman

Suvi Hoffman on psykologian maisteri, psykologi ja opettaja, joka toimii itsenäisenä ammatinharjoittajana. Hän työskentelee muun muassa kliinisenä psykologina, erilaisissa opetus- ja koulutusalan tehtävissä sekä psykologian alan asiantuntijana.

Kristiina Holm

Kristiina Holm on kasvatustieteen tohtori ja Helsingin normaalilyseon uskonnon, elämänkatsomustiedon ja psykologian lehtori sekä opetusharjoittelua ohjaava opettaja.

Vesa Åhs

Vesa Åhs on teologian maisteri ja Helsingin normaalilyseon uskonnon, elämänkatsomustiedon ja psykologian opettaja sekä opetusharjoittelua ohjaava opettaja. Lisäksi hän tekee väitöskirjatutkimusta Helsingin yliopiston kasvatustieteelliseen tiedekuntaan.

Alexander Degerman

Alexander Degerman on psykologian tohtori, psykologi ja uskonnon ja psykologian lehtori Pohjois-Tapiolan lukiossa Espoossa.

SISÄLLYS

I Ihmisen tiedonkäsittelyn perusteet

1. *Mitä tiedonkäsittely on?* **8**
   - Kognitiivinen toiminta **8**
   - Tiedonkäsittely ja skeemat **8**
   - Havaintokehä **10**
   - Tietoinen ja tiedostamaton tiedonkäsittely **12**
   - Tiedonkäsittelyn eteneminen **14**

2. *Tiedonkäsittelyn tutkimus* **16**
   - Kognitiivinen psykologia **16**
   - Neuropsykologia **18**
   - Kognitiivinen neurotiede **18**
   - Kognitiivisen toiminnan tutkiminen **20**
   - Rakenteelliset aivotutkimusmenetelmät **23**
   - Toiminnalliset aivotutkimusmenetelmät **24**
   - Muut aivotutkimusmenetelmät ja tutkimuksen monimenetelmällisyys **26**

I jakson projektitehtävät: Mielen ja aivojen hyvinvointi **28**

II Tiedonkäsittelyn hermostollinen perusta

3. *Hermoston rakenne ja toiminta* **32**
   - Hermosto välittää tietoa ja säätelee toimintaa **32**
   - Keskus- ja ääreishermosto **32**
   - Somaattinen ja autonominen hermosto **34**
   - Sympaattinen ja parasympaattinen hermosto **35**

4. *Aivojen rakenne ja toiminta* **38**
   - Aivojen rakenne **38**
   - Isotaivot ja aivokuori **39**
   - Aivokuoren aisti- ja liikealueet **40**
   - Isojenaivojen lateralisaatio **42**
   - Aivokurkiainen aivopuoliskojen yhdistäjänä **44**
   - Pikkuaivot ja aivorunko **46**

5. *Hermoston viestintä* **48**
   - Hermosolut ja hermoverkot **48**
   - Hermosolun rakenne ja gliasolut **50**
   - Hermosolun toimintaperiaatteet **52**
   - Synapsin toiminta **54**
   - Hermoston plastisuus **56**
   - Hormonit ovat elimistön viestinviejiä **56**

II jakson projektitehtävät: Aivovauriopotilastutkimukset **60**

III Kognitiiviset perustoiminnot

6. *Havaitseminen* **64**

Aistiminen ja havaitseminen **64**
Aistimisen ja havaitsemisen hermostollinen perusta **66**
Moniaistinen havaitseminen **68**
Kontekstin vaikutus havaintoihin **70**
Havainnon pysyvyys **72**
Havaitsemisen häiriöitä **72**

7. *Tarkkaavaisuus* **74**

Valikoiva tarkkaavaisuus **76**
Tarkkaavaisuus ja aivotoiminta **80**
Tarkkaavaisuuden häiriöt **81**

8. *Lyhytkestoinen muisti* **84**

Muisti **84**
Aistimuisti **86**
Työmuisti **88**
Työmuistin rakenne **90**
Työmuistin hermostollinen perusta **92**
Työmuistin kesto ja kapasiteetti **92**
Työmuistin kehitys ja harjoittaminen **95**

9. *Pitkäkestoinen muisti* **98**

Muistojen pitkäaikainen käsittely **98**
Tapahtumamuisti **100**
Taitomuisti **102**
Muistin rekonstruktiivisuus **103**
Säilömuistiin tallennus **104**
Muistitiedon haku ja palautus **105**
Säilömuistin hermostollinen perusta **106**
Unohtaminen **108**
Muistin vaikeudet ja häiriöt **110**

III jakson projektitehtävät: Kognitiivisen ja neuropsykologisen tiedon soveltaminen **112**

IV Korkeammat kognitiiviset toiminnot

10. *Ajattelu* **116**

Mitä on ajattelu? **116**
Kaksoisprosessointi **116**
Intuitiivinen ajattelu **118**
Analyyttinen ajattelu **119**
Ihminen "kognitiivisena laiskurina" **121**
Ongelmanratkaisu **122**
Päätöksenteko **124**
Heuristiikat **124**
Kognitiiviset vinoumat **126**

11. *Kielelliset toiminnot* **128**

Monimutkaiset kielelliset toiminnot **128**
Kielen hermostollinen perusta **130**
Puheen havaitseminen **132**
Puheen ymmärtäminen ja tuottaminen **132**
Kielelliset häiriöt **134**

IV jakson projektitehtävät: Asiantuntijuus **138**

Keskeiset tutkijat **140**
Sanasto **142**
Lähteet **154**
Kuvalähteet **164**

I

IHMISEN TIEDONKÄSITTELYN PERUSTEET

1 *Mitä tiedonkäsittely on?* **8**

2 *Tiedonkäsittelyn tutkimus* **16**

• *Projektitehtävät: Mielen ja aivojen hyvinvointi* **28**

Ammattitaidon ja asiantuntijuuden kehittyminen vie vuosia. Pohdi, minkälaista tarkkaavaisuuteen, muistiin ja ajatteluun liittyvää tiedonkäsittelyä kuvan ammattilaiselta on vaadittu, jotta hän on kehittynyt taitavaksi ammatissaan.

1 MITÄ TIEDONKÄSITTELY ON?

Kognitiivinen toiminta

Kaikki toiminta, mitä olet tähän asti tehnyt ja mitä tulet tekemään tästä eteenpäin, edellyttää tiedonkäsittelyä – oli kyse sitten rutiininomaisista askareista, kuten hampaiden pesusta tai ruokailusta, tai vieraista tilanteista, kuten uuden urheilulajin kokeilemisesta. **Kognitiivinen toiminta** tarkoittaa tiedonkäsittelytoimintaa, jota on esimerkiksi havaitseminen, tarkkaavaisuus, oppiminen, muisti, ajattelu ja kieli. Kognitiivisen toiminnan avulla ihminen hakee ja saa tietoa ympäröivästä maailmasta sekä valitsee eri tilanteisiin sopivia toimintatapoja.

Kognitiivista toimintaa voi tutkia ja tarkastella yksi **kognitiivinen toiminto** eli **tiedonkäsittelytoiminto** kerrallaan. Tällöin kohteena on esimerkiksi tarkkaavaisuus tai muisti. On kuitenkin tärkeä muistaa, että käytännössä kognitiiviset toiminnot eivät ole toisistaan irrallisia. Esimerkiksi arkipäiväisen keskustelun voisi ajatella edellyttävän ennen kaikkea kielellisiä toimintoja eli keskustelu edellyttää sekä puheen ymmärtämistä että tuottamista. Ennen kuin puhetta voi kuitenkaan ymmärtää, täytyy tapahtua tarkkaavaisuuden kohdentamista keskustelukumppanin puheeseen ja puheen havaitsemista. Muistia puolestaan tarvitaan, jotta ylipäätään voidaan palauttaa mieleen tietoa siitä, mitä sanat tarkoittavat. Muistitoimintojen avulla toisen ihmisen puhetta voi lisäksi pitää hetkellisesti mielessä ja keskustelu menneistä tapahtumista on mahdollista. Tarvitsemme keskustelussamme myös jatkuvasti esimerkiksi päättelyyn ja päätöksentekoon liittyviä ajattelun toimintoja. Niin keskustelemisen kuin muunkin toimintamme taustalla on siten kognitiivisten toimintojen vuorovaikutusta ja yhteistoimintaa.

Tiedonkäsittely ja skeemat

Millainen on mielestäsi tyypillinen auto? Saatat ajatella jonkinlaista liikkumiseen tarkoitettua ajoneuvoa, jossa on neljä pyörää ja johon mahtuu yleensä vähintään kaksi matkustajaa. Kun ihminen ajattelee, hän jäsentää eli ryhmittelee ja jaottelee muistissaan olevaa tietoa. Autoihin tyypillisesti liittyvästä tiedosta muodostuu auton skeema. **Skeema** eli **sisäinen malli** on muistiin tallennettu tietorakenne tai toimintamalli. Skee-

Robotteja on hyödynnetty jo vuosikymmenten ajan toistuvissa mekaanisissa tehtävissä esimerkiksi tehtaissa. Tekoälyn kehittymisen myötä niin sanotut älykkäät robotit voivat havainnoida ympäristöä, tunnistaa kasvoja tai liikkua ja päätellä asioita itsenäisesti. Pohdi, minkälaisissa tehtävissä robotti voisi suoriutua ihmistä paremmin. Entä heikommin?

mat perustuvat kokemuksiin, ja niiden muodostuminen on suurelta osin automaattista. Muodostamme skeemoja sen mukaan, minkä asioiden havaitsemme tai miellämme kuuluvan yhteen. Koulun skeema saattaa sisältää esimerkiksi tietoa siitä, että koulu on oppilaitos, jossa on oppilaita ja henkilökuntaa ja joka sijaitsee yleensä jonkinlaisessa rakennuksessa.

Toiminnallisesta skeemasta käytetään nimitystä **skripti**. Se tarkoittaa jotakin tapahtumasarjaa koskevaa skeemaa, ”toiminnan käsikirjoitusta”. Se sisältää tietoa toiminnan vaiheista ja järjestyksestä. Ihmisillä voi olla skriptejä esimerkiksi ruokailutilanteista, lääkärissä käymisestä, saunomisesta tai koulupäivän kulusta. Skriptien tarkkuus eroaa tapauskohtaisesti. Esimerkiksi jonkin uskonnollisen tilaisuuden, kuten joulukirkon skripti, saattaa olla melko tarkka, kun taas ystävien illanvieton skripti voi olla huomattavasti suurpiirteisempi ja joustavampi eikä välttämättä noudata tiettyä, ennalta sovittua kaavaa.

Skeemat ovat ihmisen toiminnalle välttämättömiä. Ilman niitä tiedonkäsittely kuormittuisi valtavasti. Ihminen toimiikin usein skeemojen tarjoamien yleistysten varassa. Esimerkiksi erilaisten tuolien, jakkaroiden ja sohvien mielletään olevan istuimia. Kun näemme tällaisia huonekaluja, ei meidän tarvitse joka kerta miettiä erikseen, mikä esine on kyseessä ja mitä sillä tehdään, vaan osaamme käyttää sitä istumiseen. Skeemat siis helpottavat ja nopeuttavat tiedonkäsittelyä ja tekevät toiminnasta sujuvaa ja tehokasta.

Havaintokehä

Minkälaisen skeeman sinä olet muodostanut lukiolaisesta? Mitkä piirteet tekevät lukiolaisesta lukiolaisen, ja mistä toisen lukiolaisen saattaisi tunnistaa? Lukiolaisuuden kannalta keskeistä on lukiossa opiskeleminen. Ulospäin havaittavista piirteistä yksi saattaa olla esimerkiksi ikä, sillä suurin osa lukiolaisista on 15–19-vuotiaita nuoria. Kun lukiolainen näkee nuoren lukemassa lukion oppikirjaa vaikkapa kirjastossa tai kahvilassa, hän saattaa olettaa tämän käyvän myös lukiota. Lukiolainen voi päätyä samaan tulkintaan nähdessään aikaisin aamulla julkisessa kulkuvälineessä itsensä ikäisen henkilön reppu selässä. Tulkinnan kohteena ollut nuori saattaa kuitenkin opiskella jossakin toisessa oppilaitoksessa tai hän on esimerkiksi työelämässä.

Skeemat vaikuttavat ihmisen toimintaan, sillä ne ohjaavat ja suuntaavat havaintoja sekä havainnoista tehtyjä tulkintoja. Yhdysvaltalainen psykologi **Ulric Neisser** (1928–2012) esitteli vuonna 1967 skeemoihin ja havaitsemiseen liittyvän teoreettisen mallin, josta käytetään nimitystä **havaintokehä**. Mallin mukaan havaitsemisessa toistuvat samanlaiset vaiheet:

1. Jo muodostuneet skeemat suuntaavat ihmisen tarkkaavaisuutta ja havaitsemista eli ohjaavat tiedonhakua.

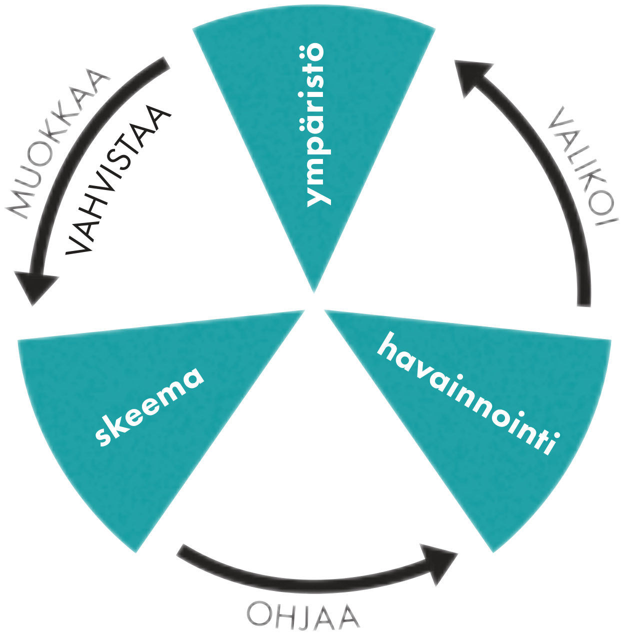
2. Ihminen vertaa uusia havaintoja jo olemassa oleviin skeemoihin, jotka vaikuttavat tiedon tulkitsemiseen.

3. Uusi tieto muuttaa tai vahvistaa ihmisellä jo olemassa olevia skeemoja. Mahdollisesti muuttuneet skeemat puolestaan ohjaavat jälleen tiedonhakua uudella tavalla.

Vaikka skeemat ovat ihmiselle välttämättömiä ja hyödyllisiä, ne myös rajoittavat ajattelua ja käyttäytymistä. Skeemojen aktivoitumista ja niiden vaikutusta havaintojen ja tarkkaavaisuuden suuntaamiseen ei voi kytkeä pois päältä. Esimerkiksi kielteistä ensivaikutelmaa jostakin henkilöstä tai ihmisryhmästä voi olla vaikea muuttaa, koska seuraavia kohtaamisia ja tietoja tulkitaan yleensä ensikohtaamisella muodostetun skeeman avulla. Skeemat mahdollistavat

HAVAINTOKEHÄ

(Ulric Neisser, 1967)



Havaintokehä on ihmisen havaitsemista koskeva teoreettinen malli, jonka on kehittänyt Ulric Neisser.

> ***"Entä jos kertoisin että***
> ***että jätit juuri***
> ***jotain huomaamatta"***

Miten odotukset ja sisäiset mallit suuntaavat havainnointia?

siis tehokkaan toiminnan, mutta altistavat myös ennakkoluulojen ja stereotypioiden muodostamiselle. Kun ihminen tiedostaa tämän tiedonkäsittelyn piirteen, hän voi vaikuttaa omaan toimintaansa esimerkiksi hakemalla oma-aloitteisesti lisää tietoa. Skeemat eivät siten määritä tai sido tulevaa toimintaamme.

Skeemat ovat keskeisiä myös oppimisessa. Tutkimuksissa on havaittu, että kouluopetuksessa opettajan ja oppilaan välisestä kommunikaatiosta tulee erityisen hankalaa, jos oppilaan aiempia skeemoja ei oteta huomioon. Oppiminen rakentuu aiempien skeemojen varaan. Jos nämä skeemat ovat puutteellisia tai riittämättömiä, voi uuden tiedon ymmärtäminen ja omaksuminen olla vaikeaa.

On lisäksi havaittu, että asioiden muistaminen on tehokasta silloin, kun opiskelija osaa ajatella ne mielessään kokonaisuuksina. Kun opiskelija esimerkiksi laatii opiskelemistaan asioista käsite- tai miellekarttoja, hän muotoilee aktiivisesti itse tietoa ja tiedon pohjalta rakentuvia skeemojaan.

Minkälaisia skeemoja kuvan tapahtumaan liittyy? Miten tilannetta voi jäsentää havaintokehän avulla?

Tietoinen ja tiedostamaton tiedonkäsittely

Tällä hetkellä olet tietoinen vain rajatusta osasta psyykkistä toimintaasi. Kognitiivisen psykologian mukaan **tietoinen tiedonkäsittely** tarkoittaa ihmisen kykyä havainnoida tahdonalaisesti ympäristöään sekä ohjata omaa tarkkaavaisuuttaan ja toimintaansa. Olisi kuitenkin hyvin kuormittavaa ja hidasta, jos kaikki tiedonkäsittelymme olisi jatkuvasti tietoista. Osa psyykkisestä toiminnastamme onkin tiedostamatonta.

Tiedostamaton tiedonkäsittely on sellaista toimintaa, jota ei käsitellä tietoisella tasolla tai joka ei koskaan saavuta tietoista tasoa ja tule siten tietoisuuden piiriin. Tällaisia ovat muun muassa rutiininomaiset ja automaattiseksi muuttuneet tiedonkäsittelytoiminnot. Esimerkiksi käveleminen tai pyörällä ajaminen muuttuvat oppimisen myötä toiminnoiksi, jotka eivät vaadi jatkuvaa tietoista tiedonkäsittelyä.

Taitojen harjaantuessa yhä suurempi osa tiedonkäsittelytoiminnasta automatisoituu ja siirtyy tietoisen käsittelyn ulkopuolelle. Esimerkiksi omien alojensa asiantuntijat tekevät usein parempia ratkaisuja ja valintoja työssään kuin ei-asiantuntijat, mutta eivät välttämättä aina osaa selittää, miksi päätyivät valitsemaansa ratkaisuun. Suuri osa asiantuntijoiden läpikäymistä havainnoista, ajatuksista, tunteista ja päätöksenteosta jää tietoisen tiedonkäsittelyn saavuttamattomiin. Myös skeemojen hyödyntäminen tiedonkäsittelyssä on yleensä automaattista ja jää siten tietoisen käsittelyn ulkopuolelle.

Ihmisen tiedonkäsittelyyn voidaan vaikuttaa ilman, että ihminen itse välttämättä huomaa sitä. **Priming-ilmiö** eli **alustaminen** tai virittäminen tarkoittaa sitä, että edeltävä ärsyke vaikuttaa seuraavan ärsykkeen käsittelyyn. Esimerkiksi nähtyään eläimeen liittyvän kuvan koehenkilö tunnistaa seuraavan eläinaiheisen kuvan eläimeksi nopeammin kuin ilman tätä

Abflug
Departures
Salidas
T3
Flugsteige
Gates
Puertas
B C D
Gepäckaufgabe
Check-in
Facturación 301 386

Jotkut matkustajat asioivat lentoasemalla säännöllisesti. He näyttävät tietävän täsmälleen, mihin ovat menossa, ja voivat toimia ympäristössä pitkälti ilman tietoista tiedonkäsittelyä ja keskittää tarkkaavaisuutensa esimerkiksi lukemiseen. Harvemmin matkustavien on hyödynnettävä selvästi enemmän tietoista tiedonkäsittelyään, jotta he löytävät oikeaan kulkuvälineeseen oikeana aikana.

Eräässä tutkimuksessa koehenkilöille näytettiin kuvia joko tiheään rakennetusta kaupunkiympäristöstä tai vehreästä luontoympäristöstä. Kuvien katsomisen jälkeen heidän piti reagoida nappia painamalla näytölle ilmaantuviin vihaisiin tai iloisiin kasvoihin mahdollisimman nopeasti. Luontokuvien jälkeen koehenkilöt tunnistivat nopeammin myönteisiä ilmeitä, kun taas kaupunkikuvat virittivät heidät tunnistamaan nopeammin kielteisiä ilmeitä.

virittävää eläinärsykettä. Aiempi eläinärsyke siis virittää koehenkilön muistista eläimeen liittyviä tietoja ja nopeuttaa tunnistusta.

Alustamista voidaan saada aikaiseksi näön lisäksi esimerkiksi kuulon tai kosketuksen avulla. Tunnetussa April Cruscon ja Christopher Wetzelin vuonna 1984 suorittamassa kokeellisessa tutkimuksessa tarjoilijat koskettivat lyhyen aikaa asiakkaita joko kädelle tai olkapäälle antaessaan heille vaihtorahaa. Tutkijat havaitsivat, että asiakkaat antoivat näissä tilanteissa tarjoilijoille enemmän tippiä kuin kontrollitilanteessa, jossa tarjoilijat eivät koskettaneet asiakasta. Lyhyen kosketuksen tulkittiin virittäneen asiakkaissa myönteisiä tunteita tai ajatuksia, jotka johtivat suurempaan tipinantoon. Kosketus ei kuitenkaan vaikuttanut asiakkaiden antamiin arvioihin tarjoilijasta, ravintolasta tai ateriasta. Eri tutkimusten perusteella näyttääkin siltä, että kosketusaistin kautta saatu tieto vaikuttaa tiedostamatta esimerkiksi päätöksentekoon. Ihmisiä on mahdollista virittää aistimusten avulla niin, että he ovat tavanomaisempaa alttiimpia toimimaan tietyllä tavalla.

Arjessa emme usein pysähdy tarkastelemaan ja pohtimaan omaa tiedonkäsittelytoimintaamme. On tärkeää, että meillä kuitenkin on kyky tehdä niin silloin, kun se on tarkoituksenmukaista. Oman tiedonkäsittelytoiminnan tarkastelu on metakognitiivista toimintaa. **Metakognitio** tarkoittaa tietoisuutta omista kognitiivista prosesseista. Se on tietoa siitä, mitä tietää. Esimerkiksi väsyneenä tai stressaantuneena on hyvä huomata, että tärkeiden asioiden muistaminen voi olla haastavampaa kuin muulloin. Tällöin voi vaikkapa kirjoittaa asioita muistiin, vaikka virkeänä ei yleensä niin tekisikään.

Tiedonkäsittelyn eteneminen

Tiedonkäsittelyn tutkimuksen alkuvaiheessa oletettiin, että tiedonkäsittely tapahtuu aina ärsykkeiden käynnistämänä. **Ärsyke** tarkoittaa sellaista tekijää, joka saa aikaan tietyn reaktion ja toiminnan. Tutkijat olettivat, että ympäristön ärsyke, kuten ohi lentävän hyttysen hahmo näkökentässä ja korviin kantautuva tuttu ininä, muunnetaan hermoston viestiksi. Viesti kuljetetaan hermostoa pitkin aivoihin. Sen seurauksena syntyy havainto hyttysestä.

Varsin pian kuitenkin oivallettiin, että ärsykelähtöinen prosessointi ei selitä kaikkia tiedonkäsittelyn ilmiöitä. Tiedonkäsittelyyn vaikuttavat myös ihmisen aiemmat kokemukset ja odotukset. Esimerkiksi se, mihin tarkkaavaisuus suuntautuu ja miten ympäristöä tulkitaan, on vahvasti sidoksissa aiempiin kokemuksiin. Mielensisäiset skeemat siis ohjaavat ja suuntaavat havaintoja sekä niistä tehtyjä tulkintoja.

Hyttyseen liittyvä tiedonkäsittely ei ole siten ainoastaan ulkoisen ärsykkeen eli hyttysen ohitse lentämisen tuottamaa. Alkukesällä ulkona istuskellessasi saattaa aiempien kokemustesi perusteella tulla mieleesi ajatus, että hyttysiä ilmaantuu pian. Alat ehkä katsella ja kuunnella ympäristöäsi tarkemmin ja jopa huitoa sääriltäsi kuvitteellisia hyttysiä. Sen sijaan Pohjoismaissa ensi kertaa vieraileva henkilö, joka ei ole vielä kokenut hyttysten pistojen aiheuttamaa ikävää kutinaa, ei välttämättä kiinnitä tarkkaavaisuuttaan yhtä helposti vaimeaan ininään tai hentoon tuntemukseen, kun hyttynen laskeutuu iholle. Nykytiedon mukaan näyttää siis selvältä, että tiedonkäsittely tapahtuu lähes aina samanaikaisesti sekä ulkoisten ärsykkeiden että mielensisäisen tiedon kautta.

TEHTÄVÄT

1. Mitä on kognitiivinen toiminta? Anna siitä esimerkki.

2. Määrittele käsitteet ja anna molemmista kaksi esimerkkiä:

a) skeema

b) skripti.

3. Pohdi, miten ihmisillä olevien skeemojen ja skriptien erot voivat tulla esiin eri kulttuurien välisissä kohtaamisissa. Kirjoita kolme esimerkkiä joko omien kokemustesi tai muilta kuulemiesi kertomusten pohjalta.

4. a) Selitä, mitä tarkoitetaan havaintokehällä.

b) Miten havaintokehän toiminnan voi ottaa huomioon lukio-opiskelussa? Pohdi asiaa sekä opettajan että opiskelijan näkökulmasta.

5. Pohdi, miten tietoinen ja tiedostamaton tiedonkäsittely näkyvät arkielämän eri tilanteissa.

6. a) Selitä, mitä tarkoitetaan priming-ilmiöllä.

b) Laadi yksi esimerkki siitä, miten priming-ilmiötä voisi hyödyntää mainonnassa.

Keskeiset käsitteet

- kognitiivinen toiminta
- skeema
- skripti
- havaintokehä
- tietoinen tiedonkäsittely
- tiedostamaton tiedonkäsittely
- priming-ilmiö
- metakognitio

2 TIEDONKÄSITTELYN TUTKIMUS

Kognitiivinen psykologia

Miksi joskus pystyt tarkkailemaan ympäristöäsi tarkkaavaisesti ja joskus et? Millaisissa olosuhteissa muisti toimii parhaiten tai voiko muistia parantaa? **Kognitiivinen psykologia** on psykologian osa-alue, jossa pyritään ymmärtämään ihmisen tiedonkäsittelyä tutkimalla käyttäytymistä erilaisissa tiedonkäsittelyä vaativissa tehtävissä. Siinä siis selvitetään, kuinka ihmismieli toimii erilaisissa tilanteissa. Kognitiivisen psykologian juuret ulottuvat 1950- ja 60-luvulle. Tuolloin kiinnostuttiin tiedonkäsittelyn periaatteiden selvittämisestä niin paljon, että aikakautta kutsutaan jopa nimellä kognitiivinen vallankumous.

Kognitiivisen psykologian suosioon vaikutti moni asia. Yksi näistä oli se, että erityisesti 1900-luvun alkupuolella vallalla olleeseen behaviorismiin oli turhauduttu. Behavioristit pyrkivät ymmärtämään ihmisen toimintaa tutkimalla ainoastaan käyttäytymistä eli ulkoisesti havaittavissa olevia reaktioita. He tekivät tärkeitä oppimiseen liittyviä oivalluksia, mutta monia ei miellyttänyt tiukka linja, jossa mielensisäiset tapahtumat rajattiin tutkimuksesta pois. Tällainen tarkastelu ei tuntunut tarjoavan perinpohjaista ymmärrystä ihmisen toimintaan. Kognitiivisen psykologian näkökulmaksi tuli nimenomaan ihmisen mielensisäisen toiminnan tutkiminen.

TAPAUSESIMERKKI

Eräässä tunnetussa kognitiivisen psykologian tutkimuksessa (Loftus & Palmer, 1974) koehenkilöt katsoivat videota auto-onnettomuuksista ja vastasivat auto-onnettomuuksiin liittyviin kysymyksiin. Osalta koehenkilöistä kysyttiin, millä nopeudella he arvioivat autojen iskeytyneen toisiinsa. Toisilta kysyttiin sama kysymys niin, että *iskeytyä*-verbin sijaan kysymyksessä käytettiin esimerkiksi verbejä *törmätä*, *töytäistä*, *osua* tai *koskettaa*. Ne koehenkilöt, joilta kysyttäessä käytettiin *iskeytyä*-verbiä, arvioivat autojen nopeuden suuremmaksi kuin koehenkilöt, joille käytettiin lievempään törmäykseen viittaavaa verbiä. Viikkoa myöhemmin kaikilta

Tiedonkäsittelyn tutkimuksessa yhdistetään usein aivotutkimusmenetelmiä sekä käyttäytymisen mittaamista ja tarkkailemista. Näin voidaan saada tietoa esimerkiksi koehenkilön kyvystä tunnistaa, erottaa tai muistaa erilaisia ärsykkeitä sekä siitä, millaista aivojen toimintaa näihin liittyy. Kuvassa vauvalle esitetään näköärsykkeitä samalla, kun hänen sähköistä aivotoimintaansa mitataan EEG:n avulla.

koehenkilöitä kysyttiin, näkivätkö he videossa lasinsiruja. Koehenkilöt, joille oli käytetty *iskeytyä*-verbiä, vastasivat muita useammin myönteisesti, vaikka todellisuudessa lasinsiruja ei videolla näkynyt.

Loftuksen ja Palmerin tutkimus vahvisti näkemystä siitä, että tapahtuman jälkeen esitetyt kysymykset ja niiden muoto voivat muuntaa tapahtumaan liittyviä muistikuvia. Tämän ja lukuisten muiden tutkimusten ansiosta muistamisen ajatellaan nykyään olevan tietoa ja muistikuvia muokkaava ja uudelleen rakentava kognitiivinen toiminto. Muisti ei siis tallenna muistoja videokameran tavoin, vaan muistot muokkaantuvat ja muuttuvat. Kognitiivisen psykologian tuottama tieto on vienyt korvaamattomalla tavalla eteenpäin ymmärrystä ihmisen muistista ja muusta tiedonkäsittelytoiminnasta.

Neuropsykologia

Ennen kognitiivisen psykologian kehittymistä tiedonkäsittelytoimintojen tutkiminen keskittyi lähes pelkästään aivoihin. Tutkijat koettivat paikantaa aivoista kohtia, jotka vastasivat tietyistä kognitiivisista toiminnoista. Tutkimus nojasi pitkään aivovauriopotilaiden ruumiinavauksista saatuun tietoon. Ajateltiin, että potilaiden aivoja tutkimalla voitaisiin havaita, mikä aivojen alueen vaurio oli aiheuttanut kognitiivisen toiminnon häiriön. Tästä voisi päätellä, mistä toiminnosta kyseinen aivoalue vastaa. Näkemys osoittautui kuitenkin liian yksinkertaiseksi.

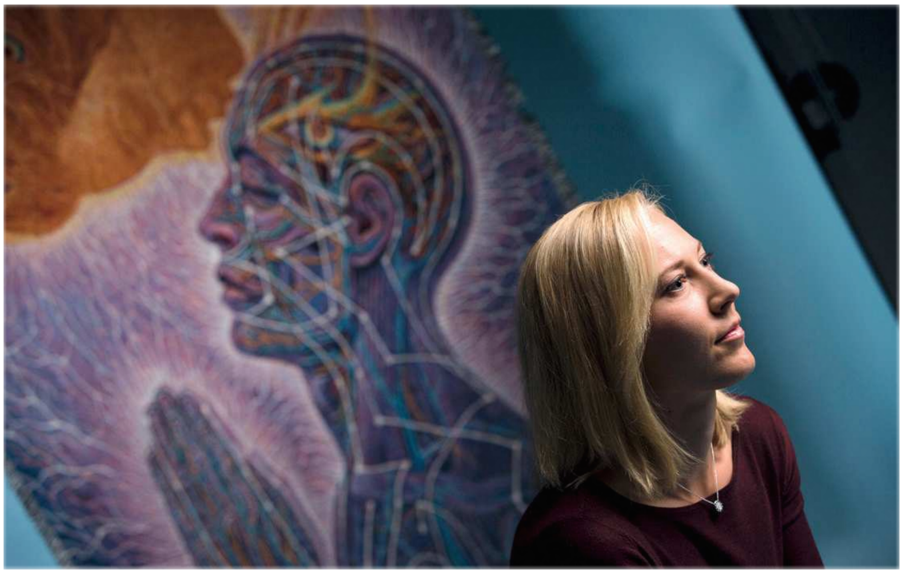
Kognitiivista toimintaa on tärkeä tutkia sekä kontrolloiduissa olosuhteissa laboratoriossa että ilmiön luonnollisessa esiintymisympäristössä kenttäolosuhteissa. Eri tutkimusasetelmista saadut tiedot täydentävät toisiaan ja syventävät ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä. Kuva on tarkkaavaisuuteen liittyvästä laboratorioasetelmasta, jossa koehenkilön katseluetäisyys pidetään leukatuen avulla samana.

Neuropsykologia on psykologian osa-alue, jossa pyritään selvittämään ja ymmärtämään psykologisten ilmiöiden hermostollista perustaa. Sen juuret ovat 1800-luvun aivovauriopotilaiden tutkimuksissa. Nykyään neuropsykologit ovat varsin yksimielisiä siitä, että aivoissa on tiettyjä erikoistuneita alueita, joiden toiminta on keskeistä jollekin kognitiiviselle toiminnolle. Esimerkiksi aivokuoren otsalohkojen etuosien tiedetään olevan tärkeitä muun muassa työmuistille. Erikoistuneiden aivoalueiden lisäksi kognitiivista toimintaa säädellään kuitenkin myös useiden aivoalueiden yhteistoiminnalla. Työmuistin toiminnalle ovat tärkeitä otsalohkojen etuosien lisäksi ainakin päälakilohkot ja aivokuoren aistialueet. Yksittäinen alue ei siis pysty yksin vastaamaan tietystä toiminnosta, vaan useiden eri aivoalueiden toiminta ja niiden väliset yhteydet luovat pohjan kognitiiviselle toiminnalle.

Kognitiivinen psykologia ja neuropsykologia tarkastelevat samaa ilmiötä eri näkökulmista. Esimerkiksi muistia tutkittaessa kognitiivisessa psykologiassa tarkastellaan sitä, millainen kognitiivinen toiminto muisti on. Neuropsykologiassa tarkastellaan sitä, millä tavoin aivot aktivoituvat muistamisen aikana. Vielä 1900-luvun lopulle asti kognitiivisten toimintojen ja niiden aivoperustan tutkiminen tapahtuivat melko erillään toisistaan.

Kognitiivinen neurotiede

Kognitiivinen neurotiede on 1980–1990 -lukujen taitteessa syntynyt tieteenala, jossa pyritään selvittämään mielen ja aivojen yhteyttä. Kognitiivisessa neurotieteessä yhdistetään esimerkiksi kognitiivisen psykologian, neuropsykologian ja biologian tuottamaa tietoa ihmisen tiedonkäsittelystä.



Mona Moisala on kognitiotieteen ja psykologian alan tutkija, joka tutkii aivojen toimintaa ja kehittymistä sekä aivojen tiedonkäsittelykykyyn vaikuttavia tekijöitä. Moisala on perehtynyt esimerkiksi siihen, kuinka somettaminen ja pelaaminen vaikuttavat nuorten aivoihin ja kognitiivisiin toimintoihin, kuten pitkäjänteiseen keskittymiskykyyn.

Kognitiivisen neurotieteen näkökulmasta tiedonkäsittelyä voi tarkastella eri tasoilla. Näitä ovat esimerkiksi biologinen, psykologinen ja kokemuksellinen taso. Jos tutkitaan esimerkiksi pelkoa, biologisella tasolla voi tarkastella, miten pelko näkyy aivoissa ja hermosolujen välisessä toiminnassa. Psykologisella tasolla voi selvittää, miten pelko vaikuttaa ihmisen toimintaan. Tarkastelun kohteena voi olla esimerkiksi se, mihin yksilön tarkkaavaisuus keskittyy, miten hän havainnoi ympäristöään tai millaisia muistoja pelkotilanne herättää. Kokemuksellisella tasolla tutkitaan sitä, millainen on ihmisen oma kokemus pelottavasta tilanteesta. Kiinnostuksen kohteena voi olla tällöin se, miten yksilö itse kokee pelon ja miksi hän tulkitsee pelkäävänsä. Kognitiivisessa neurotieteessä pyritään siis ymmärtämään tiedonkäsittelyn ilmiöitä syvällisesti ja moniulotteisesti.

TUTKI JA POHDI!

Miksi tajunta on tieteen suurimpia arvoituksia?

Tajunnantutkimuksessa pyritään saamaan käsitystä ihmistajunnan luonteesta. Ota internetin avulla selvää seuraavista asioista:

a) Miten tajuntaa on määritelty?

b) Mitä tajunnantutkimuksella tarkoitetaan? Mitä siinä tutkitaan?

c) Pohdi, miksi tajuntaa pidetään edelleen tieteen yhtenä suurimmista arvoituksista.

Hakusanoja: *tajunta, tajunnantutkimus, Antti Revonsuo, psykologia, kognitiivinen neurotiede*

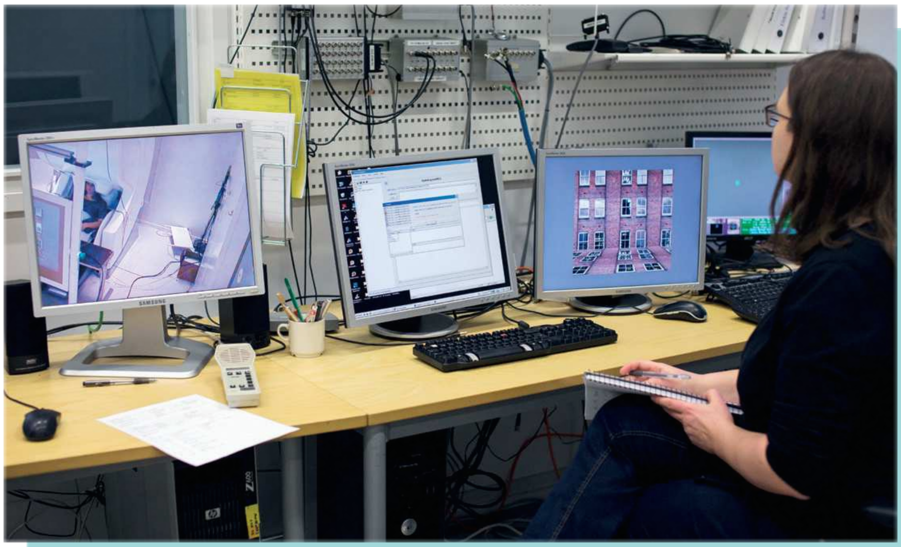
Kognitiivisen toiminnan tutkiminen

Kognitiivisen toiminnan tutkiminen ei ole aivan yksinkertaista. Mielensisäiset toiminnot, kuten ajattelu tai tarkkaavaisuus, eivät ole suoraan havaittavissa tai mitattavissa. Kognitiivisessa psykologiassa onkin täytynyt kehittää monia keinoja kerätä tietoa ihmismielen toiminnasta.

Kokeellinen tutkimus on yksi tärkeimmistä tutkimusmenetelmistä. Se on kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä, jolla pyritään selvittämään muuttujien välisiä syy-seuraussuhteita. **Muuttuja** tarkoittaa ihmisen tai ilmiön ominaisuutta, joka voi saada erilaisia mitattavia arvoja. Kokeellisen tutkimuksen avulla voi esimerkiksi selvittää, kuinka kauan koehenkilö pystyy ylläpitämään tarkkaavaisuuttaan tai mitkä tekijät vaikuttavat muistiin erilaisissa tehtävissä.

Tyypillisesti kokeellisia tutkimuksia tehdään laboratorio-olosuhteissa, sillä valvotuissa olosuhteissa syy-seuraussuhteiden osoittaminen on yksiselitteisempää kuin esimerkiksi arkielämässä tapahtuvan toiminnan tarkastelussa. Kun on tarkkailtu terveiden koehenkilöiden käyttäytymistä laboratorio-olosuhteissa, on saatu paljon tietoa muun muassa muistitoiminnoista, ajattelusta ja havaitsemisesta.

Kognitiivisessa psykologiassa käytetään myös ei-kokeellisia tutkimusmenetelmiä. **Ei-kokeellinen tutkimus** tarkoittaa tutkimusmenetelmiä, joilla ei tarkastella muuttujien välisiä syy-seuraussuhteita. Sen sijaan tarkastellaan esimerkiksi muuttujien ominaisuuksia tai niiden välisiä yhteyksiä. Ei-kokeellista tutkimusta ovat esimerkiksi korrelaatiotutkimus ja tapaustutkimus. Tapaustutkimuksessa tutkitaan yksilöä, ryhmää, organisaatiota tai muuta tiettyä tapausta sen todellisessa ympäristössä. Korrelaatiotutkimuksen avulla kerätystä aineistosta voi esimerkiksi tarkastella sitä, miten koehenkilöiden työpaikka ja suoriutuminen jossakin kognitiivisessa testissä ovat yhteydessä toisiinsa. Tuloksista voisi päätellä, että esimerkiksi tietty työ on yhteydessä parempaan suoriutumiseen muistitesteissä. Tästä ei kuitenkaan voi päätellä suoraan, että näillä asioilla on syy-seuraussuhde.

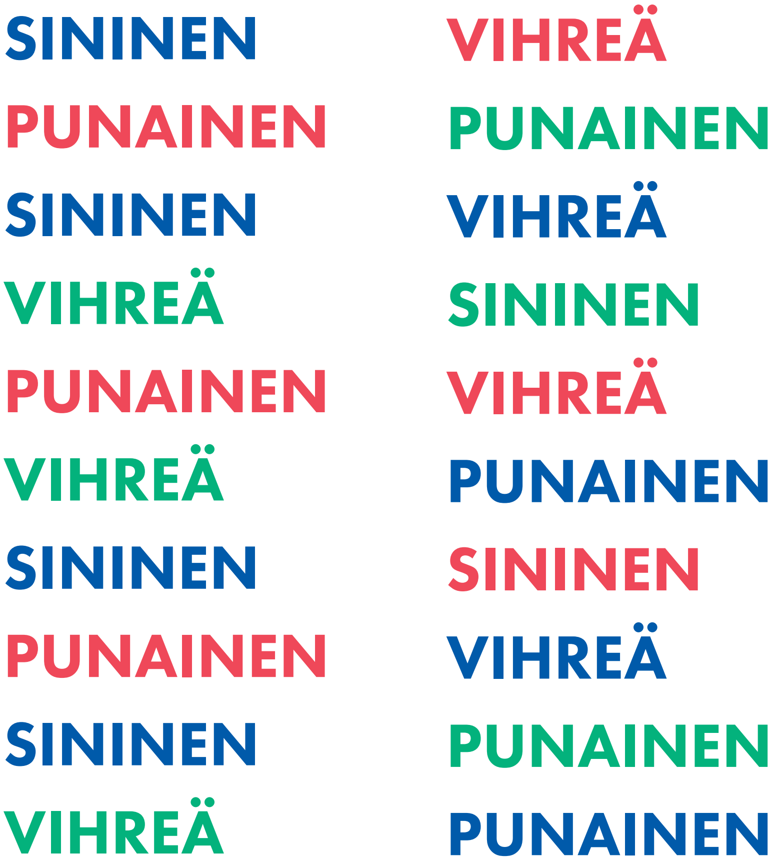


Tutkijatohtori Linda Henriksson seuraa kokeellisen tutkimuksen kulkua Aalto-yliopiston laboratoriossa. Henrikssonia kiinnostaa erityisesti, kuinka ihminen näkee ja tulkitsee ympäröivää maailmaa ja minkälaista aivotoimintaa näkemiseen ja tulkitsemiseen liittyy.

Kognitiivisen psykologian tiedonkeruumenetelminä käytetään yleensä kyselyjä, havainnointia, reaktioaikamittauksia ja psykologisia testejä. **Kysely** on valmis kysymys- tai väittämäsarja, jolla koehenkilöitä voi esimerkiksi pyytää arvioimaan omaa toimintaansa. **Havainnointi** on tiedonkeruumenetelmä, jossa tutkija seuraa ja tarkkailee tutkittavaa ilmiötä eli esimerkiksi koehenkilön toimintaa jossakin tilanteessa.

Reaktioaikamittaus tarkoittaa jonkin tehtävän suorittamiseen kuluvan ajan mittaamista. Käytetyn ajan perusteella päätellään, kuinka haasteellinen tehtävä koehenkilölle on. Jos tehtävän suorittamiseen kuluva aika on lyhyt, tehtävä on koehenkilölle helppo. Hidas suoritusaika taas viittaa siihen, että tehtävä on vaikea. Tieto tehtävän vaikeustasosta on erittäin olennainen, sillä se kertoo tehtävän vaativuudesta tiedonkäsittelylle.

Stroop-tehtävä on yleisesti tiedonkäsittelytoiminnan tutkimisessa käytetty reaktioaikamittausmenetelmä. Stroop-tehtävässä koehenkilöä pyydetään nimeämään värejä mahdollisimman nopeasti ja virheettömästi. Värit täytyy kuitenkin nimetä värisanoista, joiden tekstisisältö on ristiriidassa värisanan kirjainten värin kanssa. Esimerkiksi sana punainen on kirjoitettu keltaisella värillä, jolloin koehenkilön tulee sanoa ääneen "keltainen". Koehenkilön täytyy siis luetella sanojen värit mahdollisimman nopeasti ja olla samanaikaisesti huomioimatta itse sanaa, jonka mukaan vastaaminen tuottaisi virheellisen vastauksen. Voit kokeilla tehtävää itse oheisen kuvan avulla.



SININEN
PUNAINEN
SININEN
VIHREÄ
PUNAINEN
VIHREÄ
SININEN
PUNAINEN
SININEN
VIHREÄ

VIHREÄ
PUNAINEN
VIHREÄ
SININEN
VIHREÄ
PUNAINEN
SININEN
VIHREÄ
PUNAINEN
PUNAINEN

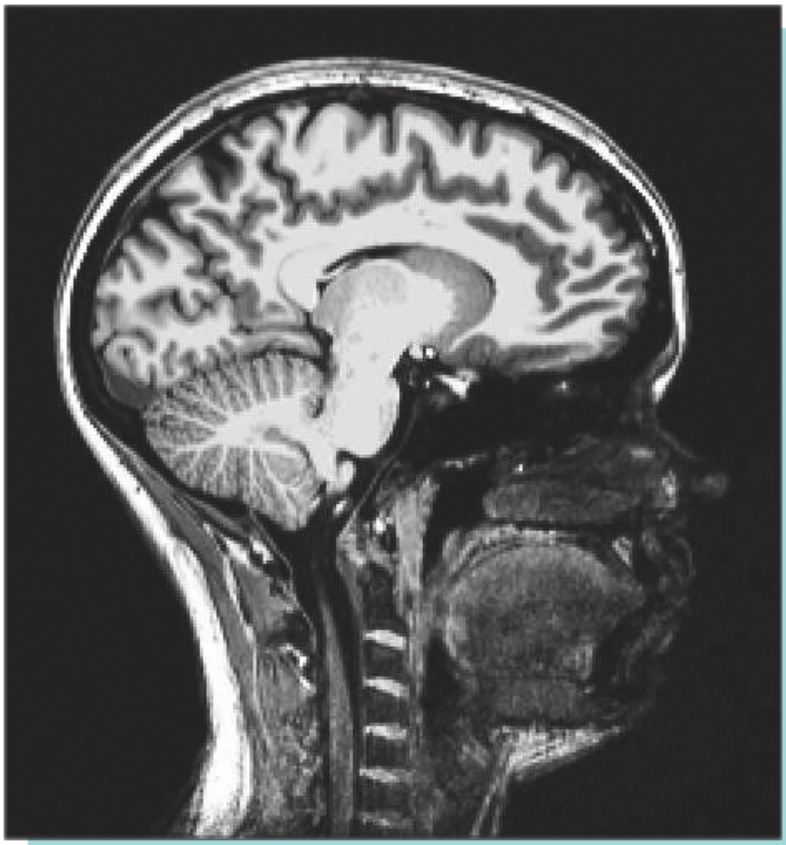
Ota sekuntikello valmiiksi. Luettele mahdollisimman nopeasti värit, joilla sanat on kirjoitettu. Mittaa ensin, montako sekuntia kestää luetella vasemmalla olevan listan värit, jotka ovat yhdenmukaisia värisanojen kanssa. Pidä sitten pieni tauko ja toista sama oikeanpuoleisella listalla. Stroop-tehtävässä epäyhdenmukaisesti kirjoitettujen sanojen värien nimeäminen on vaikeaa, sillä sanojen teksti on ristiriidassa värin kanssa.

Koehenkilöiden suoriutuminen Stroop-tehtävässä on yleensä melko hidasta ja virhealtista. Koska pelkkä sanojen lukeminen tai värien nimeäminen eivät itsessään ole lukutaitoisille henkilöille vaikeita tehtäviä, hitauden on päätelty liittyvän tehtävän ristiriitaisuuteen. On esitetty, että tehtävä on vaativa, koska henkilön täytyy estää jotakin automaattista kognitiivista toimintaa eli tässä tapauksessa lukemista. Stroop-tehtävä ja muut sen kaltaiset kognitiivista toimintaa mittaavat testit voivat paljastaa tutkijoille paljon kognitiivisten toimintojen yleisistä lainalaisuuksista, mutta myös yksilöiden välisistä eroista tiedonkäsittelyssä.

Mittausten tulosten tulkinta on usein haastavaa, koska kognitiiviset toiminnot ovat toisistaan riippuvaisia. Vaikka tutkimuksessa käytetty tehtävä vaatisi onnistuakseen erityisesti esimerkiksi muistitoimintoja, tarvitaan siinä lähes väistämättä myös esimerkiksi tarkkaavaisuutta. Muistitesti, jossa koehenkilön täytyy pitää mielessä esitetty kuvasarja, vaatii muistin toimintaa ja tarkkaavaisuutta, koska koehenkilö keskittää tarkkaavaisuuttaan esitettäviin kuviin. Tutkijan on siis keksittävä, kuinka osoittaa, mistä tiedonkäsittelyn piirteestä tulos erityisesti kertoo. Onkin tavallista, että yhtä ilmiötä tutkittaessa tehdään useita hieman toisistaan poikkeavia kokeita. Tällaisilla jatkokokeilla pyritään saamaan monenlaista tietoa, ja tietoja yhdistelemällä saadaan lisää varmuutta päätelmien tekemiseen.

Psykologinen testi on aina samanlaisena toistettava sarja tehtäviä, joihin odotetaan etukäteen määritellyllä tavalla arvioitavia vastauksia. Jotta testin tulokset olisivat mahdollisimman objektiivisia, on tärkeää, että testin esittäminen ja vastausten arviointi tapahtuvat aina samalla tavalla. Tieteellisen tutkimuksen lisäksi psykologit hyödyntävät kognitiivisia testejä myös yksilötyössä. Esimerkiksi koulupsykologi saattaa arvioida opiskelijan oppimisvalmiuksia kognitiivisten testien avulla. Neuropsykologi voi käyttää samoja menetelmiä arvioidessaan, onko aivovamman saaneelle potilaalle jäänyt joitakin puutoksia tiedonkäsittelyyn ja minkälaista kuntoutusta hän voisi tarvita.

Psykologisessa testissä tehtävä ja sen ohjeet määritetään tarkasti, jotta tutkittavan suoritusta voi verrata henkilöihin, joilta on aiemmin kerätty vertailuaineistoa. Esimerkiksi näönvaraisen hahmottamisen tehtävässä voidaan tarkastella, kuinka nopeasti ja tarkasti tutkittava onnistuu kokoamaan kuvioita. Lisäksi psykologi tarkkailee tutkittavan laadullista suoriutumista ja hyödyntää sitä päätelmissään.



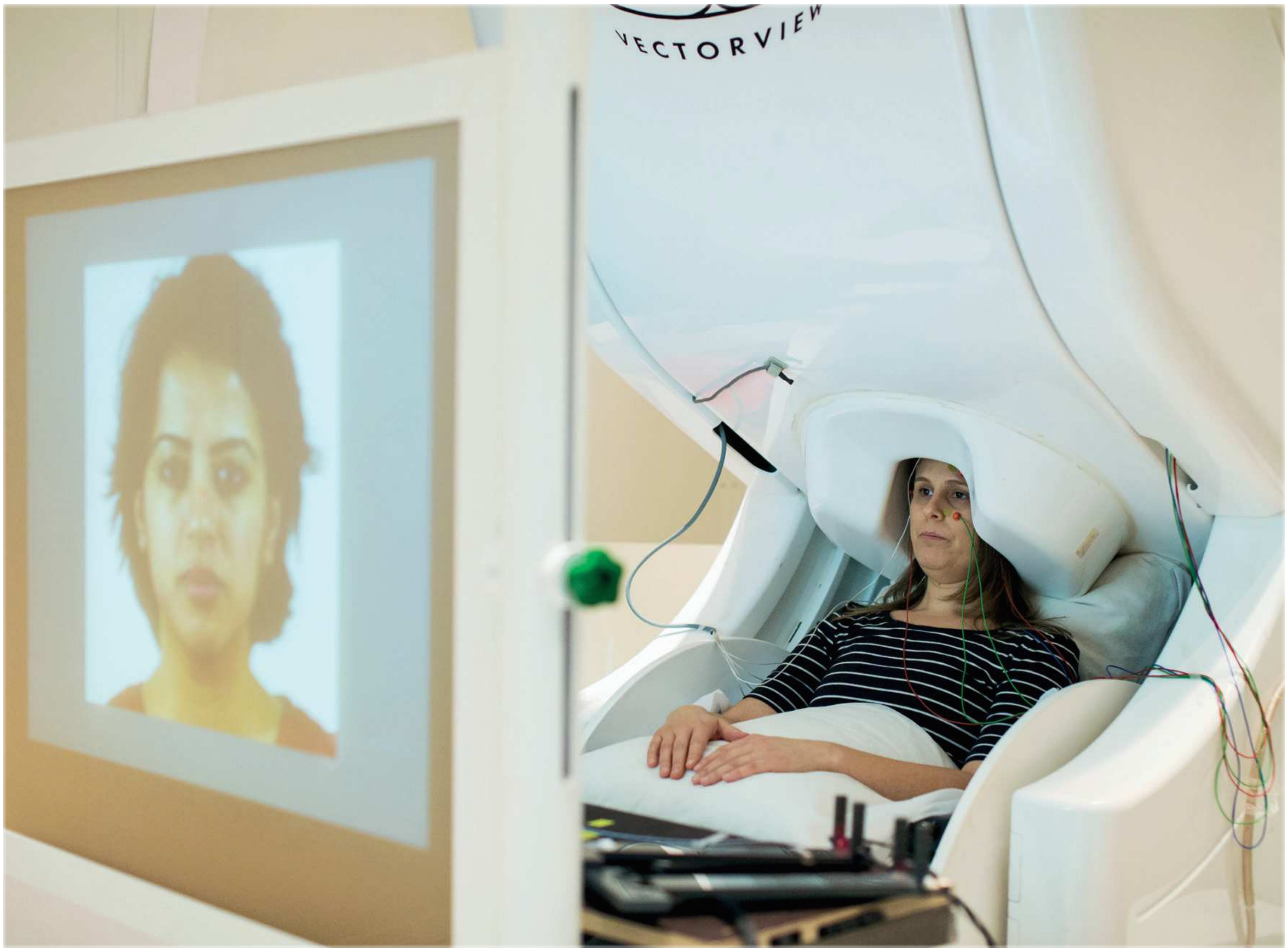
Rakenteellisessa magneettikuvassa esimerkiksi aivojen poimut ja uurteet erottuvat selvästi. Kuvasta on mahdollista havaita myös mahdolliset aivojen vauriot ja poikkeamat, kuten verenvuodot ja kasvaimet.

Rakenteelliset aivotutkimusmenetelmät

Aivotutkimusmenetelmät ovat menetelmiä, joiden avulla tutkitaan aivojen rakennetta ja toimintaa. Ne ovat tärkeitä kokeellisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmiä. Niiden tuottama tieto luo pohjan nykyiselle ymmärrykselle psyykkisten toimintojen hermostollisesta perustasta.

Aivojen rakenteen kuvaus on tärkeää monen eri tieteenalan kannalta. Esimerkiksi lääketieteessä voidaan tarkastella aivojen mahdollisia rakenteellisia vaurioita. Siitä saatu tieto auttaa esimerkiksi aivovauriopotilaiden kuntoutuksen suunnittelussa. Kuvantamismenetelmillä voi myös hankkia psykologisesti mielenkiintoista tietoa siitä, tuottaako tietty toiminta muutoksia aivojen rakenteessa. Tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu, että musiikin harrastaminen tai meditaatio voivat luoda muutoksia aivokuorelle.

MRI eli magneettikuvantaminen on yksi aivojen rakenteen kuvantamismenetelmä, jossa hyödynnetään ihmisen elimistön magneettisia ominaisuuksia. Kun ihmiseen kohdistetaan voimakas magneettikenttä, kehon vesimolekyylit reagoivat siihen järjestäytymällä tietyllä tavalla. Toistamalla tätä useita kertoja saadaan tuotettua kolmiulotteinen kuva, josta aivojen eri kudokset ovat erotettavissa erittäin tarkasti. Magneettikuvausta pidetään tämänhetkisistä menetelmistä parhaana aivojen rakenteen tarkkaan kuvantamiseen.



MEG-mittaus tapahtuu huoneessa, johon ei voi viedä mitään magneettista laitteiston magneettikentän vuoksi. Koehenkilö voi istua tutkimuksen ajan. Toisin on fMRI-kuvantamisessa, jossa koehenkilö on selällään. Kuvan MEG-laite sijaitsee Espoossa Aalto-yliopistossa.

Toiminnalliset aivotutkimusmenetelmät

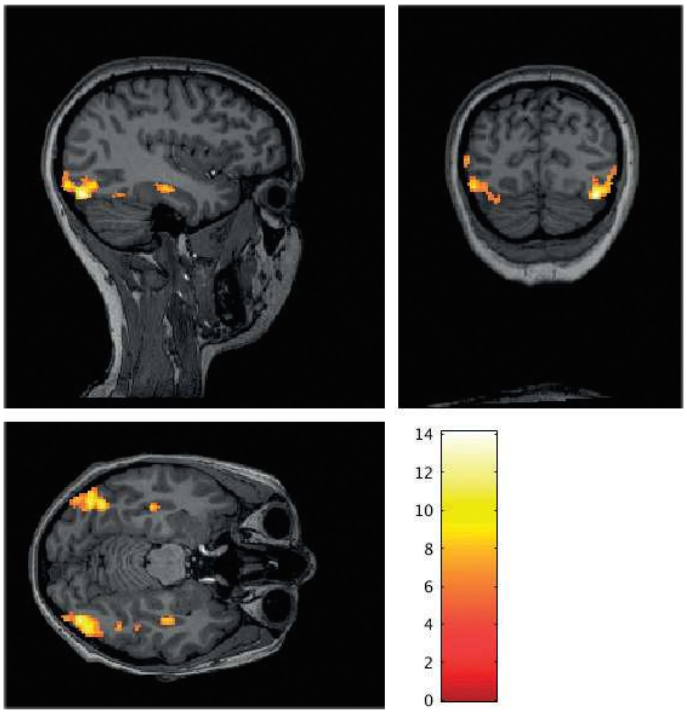
Psykologeille on usein tärkeämpää tutkia aivojen toimintaa kuin rakennetta. Aivojen toimintaa voi tarkastella erilaisilla toiminnallisilla aivotutkimusmenetelmillä. Osalla näistä menetelmistä on hyvä **paikallinen tarkkuus** eli ne antavat tarkkaa tietoa siitä, missä aktivaatiota tapahtuu. Osalla puolestaan on hyvä **ajallinen tarkkuus** eli ne antavat tarkkaa tietoa siitä, milloin aktivaatiota tapahtuu. Aivotutkimusmenetelmiä ovat esimerkiksi EEG, MEG ja fMRI.

EEG eli elektroenkefalografia on tutkimusmenetelmä, jossa mitataan hermosolujen sähköistä toimintaa pään pinnalta. EEG:n tuottamaa tietoa aivojen toiminnasta kutsutaan nimellä **aivosähkökäyrä**. Aivosähkökäyrästä saadaan millisekuntien tarkkuudella tietoa aivojen hermosolujen aktivaatiosta. Toisin sanoen, kun aivojen sähköisessä aktivaatiossa tapahtuu muutoksia, EEG:lla ne havaitaan hyvin nopeasti. EEG:n ajallinen tarkkuus on siis erittäin hyvä. Sitä käytetään yhä runsaasti, sillä se on moniin muihin menetelmiin verrattuna melko edullinen ja vaivaton mittausmenetelmä. EEG:n heikkoutena voi kuitenkin pitää sitä, että se ei mahdollista aivojen toiminnan tarkkaa paikantamista.

MEG eli magnetoenkefalografia on tutkimusmenetelmä, jolla kuvannetaan aivokuoren sähköisen hermosolutoiminnan synnyttämiä heikkoja magneettikenttiä. Kuten EEG, myös MEG tarkastelee hermosolujen sähköistä toimintaa, mutta magneettikenttien kautta. MEG:lla on EEG:n tavoin erittäin hyvä ajallinen tarkkuus. MEG:ssa on sen lisäksi myös hyvä paikallinen tarkkuus, koska sähköistä toimintaa voi mitata pään pinnalta jopa millimetrin tarkkuudella. Mitä syvemmälle aivoihin mennään, sitä heikompi tarkkuus paikannuksessa on.

fMRI eli toiminnallinen magneettikuvantaminen on menetelmä, jolla voi tarkastella aivojen toimintaa verenkierrossa tapahtuvien muutosten avulla. Tämä kuvantamismenetelmä perustuu siihen, että fMRI-menetelmällä voi havaita aivojen veren happipitoisuutta ja sen muutoksia. Oletetaan, että happipitoisuuden muutokset ovat erityisen suuria niillä aivoalueilla, jotka ovat aktiivisina. fMRI:n avulla ei siis tarkkailla EEG:n ja MEG:n tavoin hermosolujen sähköistä toimintaa suoraan, vaan se päätellään välillisesti tarkkailemalla verenkierron muutoksia.

fMRI on paikalliselta erottelukyvyltään millimetrin tarkkuusluokkaa. Sen ajallinen tarkkuus on kuitenkin esimerkiksi EEG:aan ja MEG:aan verrattuna heikko. Tämä johtuu siitä, että merkittävät veren happipitoisuuden muutokset tapahtuvat vasta sekuntien kuluttua siitä, kun tietyn aivoalueen toiminta on kiihtynyt.



fMRI:n avulla tuotettuja aivokuvia näkyy säännöllisesti mediassa aivotutkimuksista kertovien artikkelien yhteydessä. Kuvista voi joskus saada vaikutelman, että aivoissa olisi tutkimushetkellä aktivaatiota ainoastaan tietyillä alueilla. Todellisuudessa värillä korostetut kohdat kuvastavat aivoalueita, joiden aineenvaihdunnassa tapahtuu tehtävän aikana muutoksia verrattuna kontrollitilanteeseen.

Muut aivotutkimusmenetelmät ja tutkimuksen monimenetelmällisyys

Rakenteellisten ja toiminnallisten aivotutkimusmenetelmien lisäksi on kehitetty esimerkiksi erilaisia aivojen stimulointimenetelmiä. **TMS** eli transkraniaalinen magneettistimulaatio on tutkimusmenetelmä, jossa voimakkaalla magneettisella pulssilla häiritään, muunnetaan tai kiihdytetään jonkin rajatun aivoalueen toimintaa hetkellisesti. Mikäli tietyn aivoalueen toimintaa häiritsemällä onnistutaan estämään tiedonkäsittelytoimintaa, voi sanoa, että kyseisen aivoalueen toiminta on olennaista juuri tuon tiedonkäsittelytoiminnon kannalta. Esimerkiksi puheen kannalta keskeisiä aivoalueita lamauttamalla voidaan koehenkilön puhe saada sammaltamaan hetkeksi. Lamauttaminen on kivutonta eikä aiheuta tutkittaville vaurioita. Liikeaivokuorta stimuloimalla voi saada aikaiseksi liikkeitä raajoissa.

Tutkimusmenetelmää valitessaan tutkijan on otettava huomioon useita asioita. Näistä tärkein on tutkimusongelma eli kysymys, johon haetaan vastausta. Tutkijan on siis pohdittava, mikä menetelmä olisi paras vastaamaan tutkimusongelmaan. Lisäksi huomioon on otettava käytettävissä olevat resurssit. Esimerkiksi EEG:n hyödyntäminen tiedonkeruumenetelmänä on suhteellisen edullista ja helppoa. fMRI puolestaan tarjoaa hyvän paikannustarkkuuden. MEG:lla saavutetaan hyvä ajallinen tarkkuus ja kohtuullinen paikallinen tarkkuus.

Useimmiten on mielekästä tehdä monimenetelmällistä tutkimusta. Esimerkiksi kun yhdistetään EEG:n hyvä ajallinen tarkkuus ja fMRI:n paikallinen tarkkuus, saadaan monipuolinen käsitys tutkittavasta ilmiöstä. Aivotutkimusmenetelmien yhteydessä käytetään usein myös erilaisia kognitiivisia toimintoja mittaavia testejä tai vaikkapa kyselyjä. Myös muut erilaiset fysiologiset tiedonkeruumenetelmät, kuten silmänliikemittaus tai ihon sähkönjohtavuuden mittaus, voivat syventää kuvaa tutkittavasta ilmiöstä.

Transkraniaalinen magneettistimulaatio (TMS) ei aiheuta koehenkilöille vaurioita, vaikka sillä voi hetkellisesti häiritä aivotoimintaa. Pohdi, millaisia eettisiä kysymyksiä aivotutkimusmenetelmien käyttöön liittyy.

TEHTÄVÄT

1. Laadi sopiva kysymys seuraaviin vastauksiin luvun tietojen avulla.

a) kognitiivinen psykologia

b) neuropsykologia

c) kognitiivinen neurotiede

d) koska kognitiiviset toiminnot ovat toisistaan riippuvaisia

2. Mitä tarkoittavat toiminnallisten aivokuvantamismenetelmien ajallinen ja paikallinen tarkkuus?

3. Tee itsellesi taulukko, jossa vertailet luvussa esiteltyjen aivotutkimusmenetelmien heikkouksia ja vahvuuksia.

4. Pohdi, millaisia tutkimuseettisiä kysymyksiä liittyy eläinkokeiden käyttöön aivotutkimuksessa. Voit hankkia lisätietoa internetistä.

5. Pohdi, millä tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmillä saisi tietoa seuraavista ilmiöistä. Valitse sekä tutkimusmenetelmä että tiedonkeruumenetelmä ja perustele valintasi.

a) väsymystilan vaikutus tarkkaavaisuuteen

b) kouluviihtyvyyden ja opiskelijoiden muistisuoriutumisen välinen yhteys

c) äkillisen pelkoreaktion vaikutus hermostoon ja yksilön toimintaan

d) valitsemasi urheilulajin pitkäaikaiset vaikutukset hermostoon ja kognitiiviseen toimintaan

Keskeiset käsitteet

- kognitiivinen psykologia
- neuropsykologia
- kognitiivinen neurotiede
- aivotutkimusmenetelmät
- EEG
- MEG
- fMRI

I JAKSON PROJEKTITEHTÄVÄT

MIELEN JA AIVOJEN HYVINVOINTI

Aivojen hyvinvoinnin ylläpitäminen

Mielen ja aivojen hyvinvointi on psykologisen tiedon soveltamisen kannalta tärkeä teema. Niin tieteellisissä julkaisuissa kuin mediassa teemaa käsitellään runsaasti ja aivojen toimintakyvyn ylläpitämiseen tarjotaan monenlaisia keinoja.

TEHTÄVÄT

1. Etsi internetistä tietoa siitä, millaisia vinkkejä aivojen hyvinvoinnin ylläpitämiselle on annettu. Etsi ainakin kolme erilaista vinkkiä. Hakusanat: *aivojen hyvinvointi*

2. Arvioi löytämiesi vinkkien luotettavuutta. Ota erityisesti huomioon, tarkastellaanko aivojen hyvinvointia tutkimustulosten pohjalta ja kuka vinkkejä antaa.

3. Pekka Hyysalo on suomalainen freestylehiihtäjä. Hänen uransa katkesi vuonna 2010 hengenvaaralliseen loukkaantumiseen rinteessä. Onnettomuuden seurauksena Hyysalo sai vakavan aivovamman ja neliraajahalvauksen. Huonosta ennusteesta huolimatta hän pystyi moniammatillisen kuntoutuksen ansiosta kävelemään jo noin puolen vuoden jälkeen onnettomuudesta. Pohdi, mikä merkitys Hyysalon myönteisellä elämänasenteella, tahdonvoimalla, sitkeydellä ja aivojen plastisuudella on ollut kuntoutumisessa. Hanki lisätietoa internetistä. Hakusanoja: *aivot, kuntoutus, elämänasenne*

Pekka Hyysalo (s. 1990)

Tutkimukset Suomessa

Suomessa tehdään runsaasti psykologista tutkimusta, jonka tulokset ovat mielenkiintoisia psyykkisen hyvinvoinnin ja aivojen hyvinvoinnin kannalta.

TEHTÄVÄT

4. Ota selvää, millaisia suomalaisia tutkimuksia mielen ja aivojen hyvinvoinnista on tehty. Valitse niistä eniten itseäsi kiinnostava. Kerro, mitä tutkittiin ja millaisia tuloksia saatiin. Arvioi tulosten merkitystä.

5. Sanotaan, että musiikki hoitaa aivoja. Etsi väitteelle psykologiseen tietoon pohjautuvia perusteluja suomalaisista tutkimuksista.

ARVOKORU
Kihloja

Joogassa yhdistyvät liikunta ja meditaatio. Joogaamalla ihminen voi esimerkiksi palautua stressistä, mikä ylläpitää psyykkistä hyvinvointia. Kuvassa 147 joogaajaa on kokoontunut joogaharjoituksiin kadulle Helsingissä.

II

TIEDONKÄSITTELYN HERMOSTOLLINEN PERUSTA

3 *Hermoston rakenne ja toiminta* **32**

4 *Aivojen rakenne ja toiminta* **38**

5 *Hermoston viestintä* **48**

• *Projektitehtävät: Aivovauriopotilastutkimukset* **60**

Mitä ajatuksia tai tuntemuksia kuva sinussa herättää? Avantouinnin voimakas kylmyys tuottaa intensiivisiä aistikokemuksia, kuten vilunväreitä sekä pistelyä tai jopa kipua iholla. Usein näihin tuntemuksiin reagoidaan liiketoiminnoilla kuten jännittämällä hartioita. Lisäksi esimerkiksi hengitys ja verenkierto tehostuvat, mikä liittyy autonomisen hermoston toimintaan.

3 HERMOSTON RAKENNE JA TOIMINTA

Hermosto välittää tietoa ja säätelee toimintaa

Palauta mieleesi hetki, kun viimeksi kävelit tutussa ympäristössä. Oikean suunnan valitseminen, reitillä pysyminen ja sillä eteneminen saattoivat tuntua melko vaivattomilta tehtäviltä. Todellisuudessa sinun täytyi kuitenkin jatkuvasti tarkkailla ympäristöäsi ja reagoida erilaisiin tärkeisiin ärsykkeisiin, kuten eteen tuleviin esteisiin. Jotta ihminen pystyy esimerkiksi havaitsemaan eteensä yllättäen tulevan oksan tai kulman takaa kääntyvän toisen ihmisen ja väistämään kaatumatta, täytyy hermoston välittää nopeasti tietoa ympäristöstä ensin silmien kautta aivoihin ja sen jälkeen lihaksiin, jotka ohjaavat astumaan sivulle. Tämä tiedonvälitys tapahtuu hermostossa sekunnin murto-osissa.

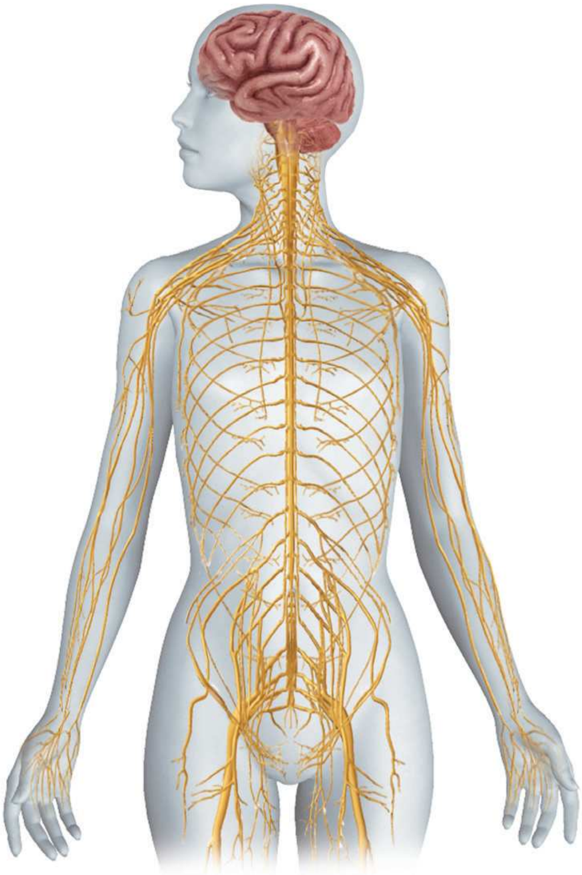
Hermosto on elimistön sähkökemiallinen tiedonvälitys- ja säätelyjärjestelmä, joka mahdollistaa kaiken toimintamme. Sen avulla ihminen saa tietoa ulkoisesta maailmasta ja omista sisäisistä tapahtumistaan, kuten kivusta tai pelosta, sekä voi vaikuttaa ympäristöönsä.

Hermosto koostuu soluista, joiden muoto, rakenne ja toiminta vaihtelevat suuresti. Missään muussa kehon elinjärjestelmässä ei ole yhtä paljon erityyppisiä soluja kuin hermostossa. Useista erilaisista soluista muodostuukin monimutkainen verkosto, joka on ihmisen monimuotoisen aistimisen, liikkumisen ja tiedonkäsittelyn taustalla.

Keskus- ja ääreishermosto

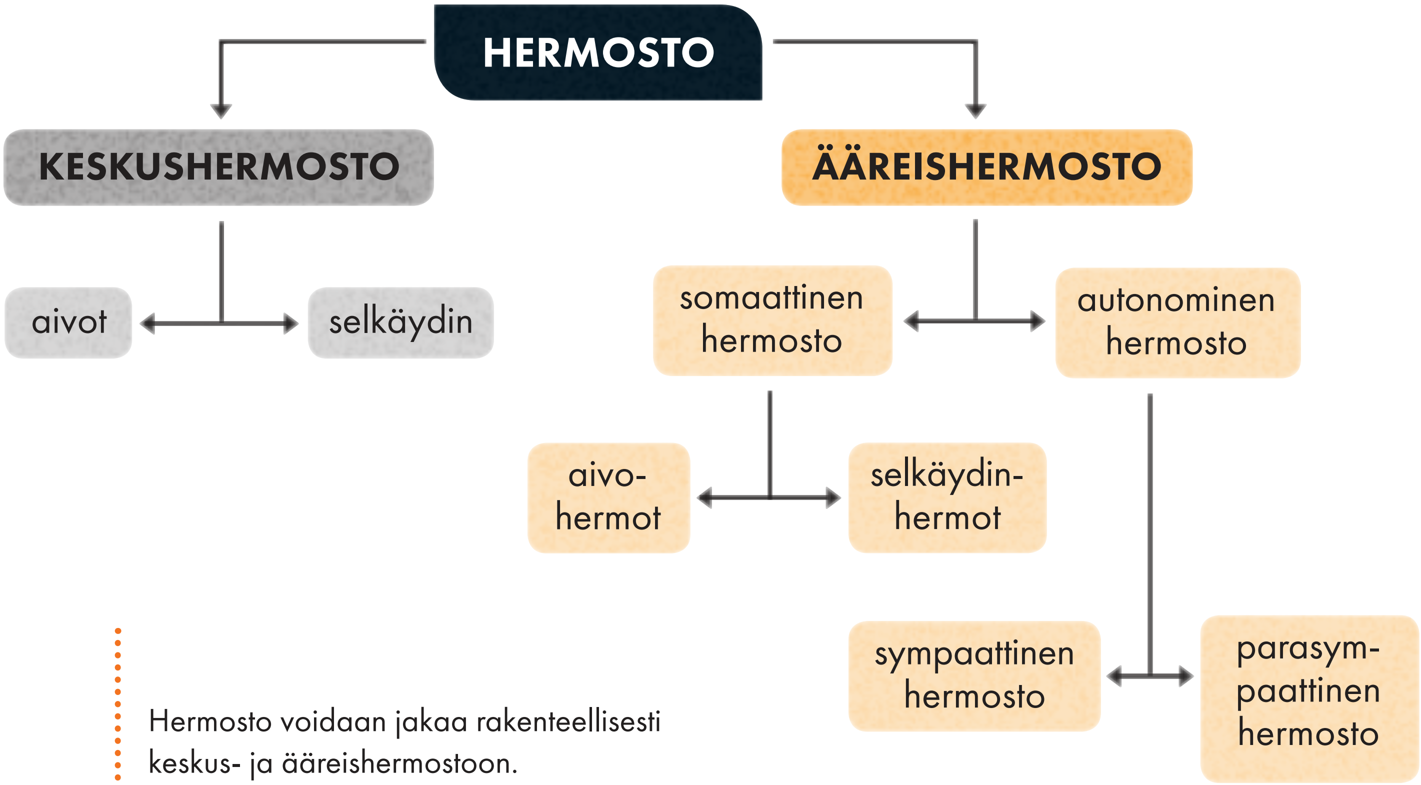
Anatomisesti eli rakenteellisesti hermosto voidaan jakaa kahteen päärakenteeseen: keskushermostoon ja ääreishermostoon. **Keskushermosto** on hermoston säätelykeskus, joka ohjaa kaikkea kehon toimintaa. Se säätelee vireystilaa, unirytmiä, motorisia toimintoja ja kognitiivista toimintaa, kuten havaitsemista ja ajattelua. Keskushermosto muodostuu aivoista ja selkäytimestä. Keskushermoston elintärkeästä merkityksestä kertoo se, että toisin kuin kehon monet muut rakenteet, se on kokonaan luiden suojaama. **Aivot** sijaitsevat pääkallon sisällä, ja **selkäydin** kulkee selkärangan sisällä. Kallon luut suojaavat aivoja ja selkänikamat selkäydintä ulkoa tulevilta iskuilta ja taudinaiheuttajilta. Selkäydin yhdistää aivot ja ääreishermot toisiinsa.

Ääreishermosto on aivojen ja selkäytimen ulkopuolella olevan hermoston osan nimi. Ääreishermostossa kulkevat hermot ovat joko sensorisia tai motorisia hermoja tai sellaisia hermoja, jotka välittävät sekä sensorista että motorista tietoa. **Sensorinen tieto** tarkoittaa aistitietoa, jota saamme ympäristöstä ja omasta kehostamme. Voimme esimerkiksi näkö- ja kuuloaistin avulla havaita vaaroja ympäristössämme sekä tuntea mielihyvää ja kipua. **Motorinen tieto** liittyy liiketoimintoihin, kuten liikkeiden suunnitteluun ja lihastoiminnan käynnistämiseen. Ihminen voi esimerkiksi kävellä, kirjoittaa tai reagoida liikkeellä äkillisiin vaaratilanteisiin, kuten väistää yhtäkkiä näkökenttään ilmestyvää mopoilijaa. Ääreishermoston hermojen kautta aistitieto välittyy keskushermostoon, ja liikekäskyt välittyvät keskushermostosta lihaksiin.



Keskushermosto (aivot ja selkäydin) on kuvattu punaisella ja ääreishermosto keltaisella värillä.

Millaista ääreishermoston toimintaa luonnossa liikkuminen edellyttää?


HERMOSTO
KESKUSHERMOSTO
ÄÄREISHERMOSTO
aivot
selkäydin
somaattinen hermosto
autonominen hermosto
aivo-hermot
selkäydin-hermot
sympaattinen hermosto
parasym-paattinen hermosto

Hermosto voidaan jakaa rakenteellisesti keskus- ja ääreishermostoon.

Somaattinen ja autonominen hermosto

Ääreishermosto koostuu somaattisesta ja autonomisesta hermostosta. Somaattinen hermosto on tärkeä liikkeiden hallinnan kannalta. Se tuo keskushermostoon aistitietoa sensorisia hermoja eli tuntohermoja pitkin ja vie toimintakäskyjä eri puolille kehoa motoristen hermojen eli liikehermojen kautta. **Somaattinen hermosto** muodostuu siis niistä hermoista, jotka hoitavat aistielinten ja lihasten yhteydenpitoa keskushermostoon.

Autonominen hermosto säätelee ja ohjaa keskeisiä elintoimintoja. Niitä ovat esimerkiksi hengitys, sydämen toiminta, verenkierto ja ruoansulatus. Autonomisen hermoston toiminta liittyy myös elimistön voimavarojen tehokkaaseen käyttöönottoon vaara- ja stressitilanteissa.

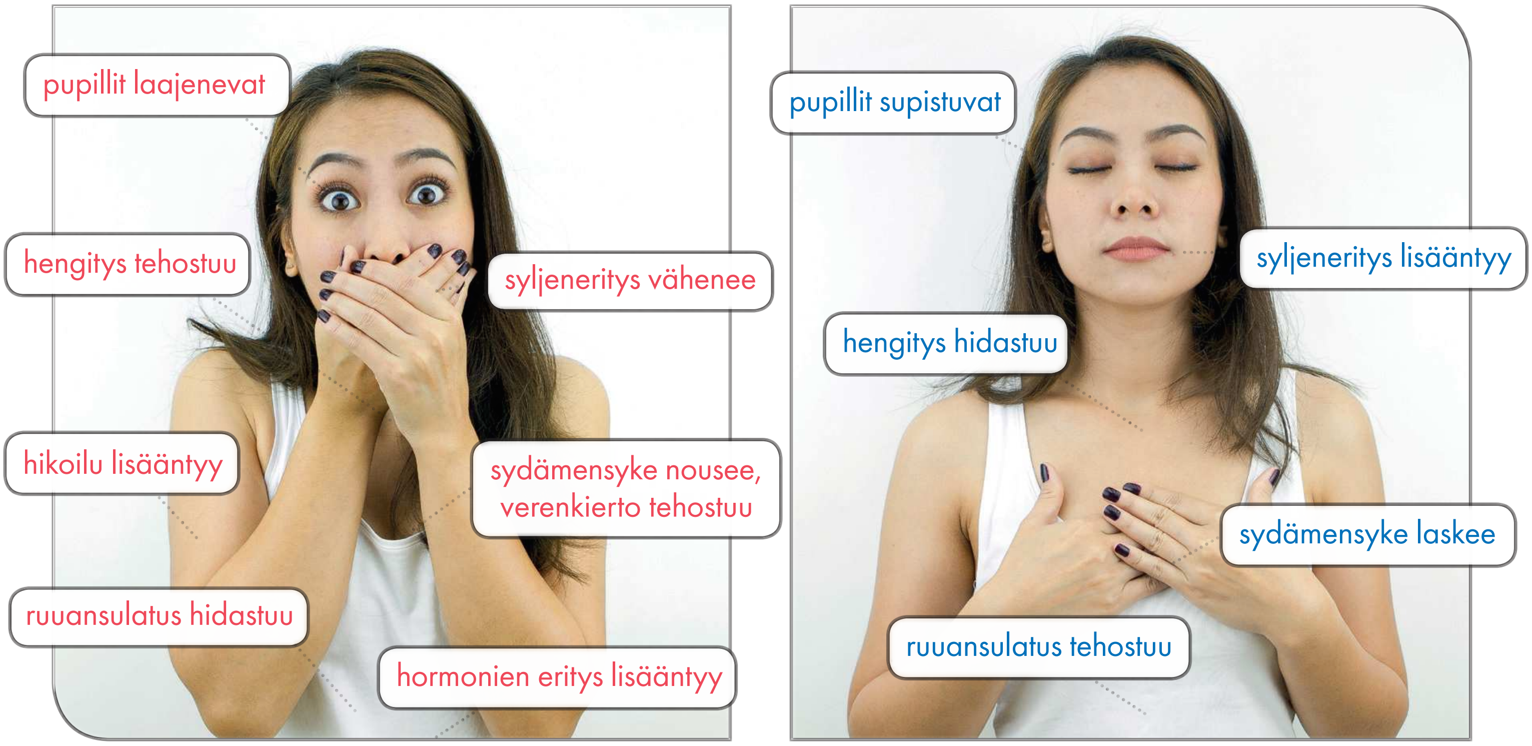
Autonominen hermosto on nimensä mukaisesti itsenäisesti toimiva järjestelmä, jonka toiminta ei edellytä ihmiseltä tietoista kontrollia. Selviytymisen kannalta on järkevää, että kehomme tärkeimmät perustoiminnot ovat automaattisia. Jos esimerkiksi sydämen lyöntitiheys, hengittäminen tai ruoansulatus edellyttäisivät tietoista kontrollointia, huolimattomimmat ja unohtelevaisimmat meistä olisivat jatkuvassa hengenvaarassa. Kun näitä toimintoja säädellään autonomisesti ja tahdosta riippumattomasti, eivät unohdukset tai virhearviot pääse asettamaan meitä vaaraan.

Autonominen hermosto on myös tärkeä homeostaasin säätelyssä. **Homeostaasi** tarkoittaa elimistön sisäistä tasapainoa. Kuten somaattisessa hermostossa, myös autonomisessa hermostossa on sensorisia ja motorisia hermoja. Homeostaasin ylläpitäminen tapahtuu niiden kautta. Kehon aistinsolut lähettävät keskushermostoon tietoa elimistön tasapainosta sensorisia hermoja pitkin. Kun keskushermostossa havaitaan muutoksia elimistön sisäisessä tasapainossa, alkaa siellä tapahtua tasapainon palauttamiseen tähtääviä muutoksia. Keskushermosto voi muuttaa motorisia hermoja pitkin lähetettäviä viestejä niin, että epätasapainotila korjaantuu. Jos esimerkiksi auringon paahteessa ihmisen ruumiinlämpö nousee, keho reagoi siihen hikoilemalla sekä sydämensykkeen ja ääreisverenkierron muutoksilla.

Sympaattinen ja parasympaattinen hermosto

Autonominen hermosto jakautuu edelleen sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Nämä hermoston osat ovat yhteydessä moniin samoihin kehon osiin, mutta toiminnallisesti niillä on eri tehtävät. Autonominen hermosto säätelee kehon osien toimintaa lisäämällä tai vähentämällä niiden aktiivisuutta.

Sympaattinen hermosto on autonomisen hermoston osa, jonka toiminnan tehostuminen parantaa elimistön kykyä selviytyä vaara- ja stressitilanteissa. Sympaattinen hermosto


pupillit laajenevat
hengitys tehostuu
syljeneritys vähenee
hikoilu lisääntyy
sydämensyke nousee, verenkierto tehostuu
ruuansulatus hidastuu
hormonien eritys lisääntyy
pupillit supistuvat
syljeneritys lisääntyy
hengitys hidastuu
sydämensyke laskee
ruuansulatus tehostuu

Autonominen hermosto säätelee monia kehon toimintoja automaattisesti. Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston toiminta vaikuttavat kehoon eri tavoin: Sympaattisen hermoston aktivoituminen valmistaa selviytymään uhkaavista tai muuten toimintaa vaativista tilanteista. Parasympaattisen hermoston toiminta auttaa palautumaan niistä. Kuvassa on esitetty vain osa monista muutoksista, joita kehon eri elinjärjestelmissä tapahtuu.

Uhkaavissa tilanteissa kissat ja monet muut eläimet nostavat karvat pystyyn. Myös ihmisellä ihokarvat nousevat, kun sympaattisen hermoston toiminta tehostuu. Tämä on jäänne ihmisen evoluution varhaisilta ajoilta, jolloin esi-ihmisellä oli turkki.

aktivoituukin erityisesti niin sanotun pelko-, puolustus- tai pakoreaktion käynnistyessä. Tästä käytetään myös nimitystä taistele tai pakene -reaktio. Sen avulla voi joko yrittää vaikuttaa tilanteeseen tai vastaavasti pyrkiä suojaamaan itseään "pakenemalla". Vaaran uhatessa tai muunlaisessa stressaavassa tilanteessa kehossa käynnistyy elintärkeä ja luonnollinen selviytymisreaktio, joka valmistaa taistelemaan, eli toimimaan tai pakenemaan. Jos taisteleminen tai pakeneminen on mahdotonta, syntyy lamaantumisreaktio.

Sympaattisen hermoston toiminnan tehostuminen lisää esimerkiksi sydämen pumppauskykyä ja laajentaa lihaksiin kulkevia verisuonia, jolloin lihaksiin pääsee enemmän verta ja sitä kautta happea ja energiaa. Se myös laajentaa keuhkoputkia, mikä helpottaa hengittämistä. Muutoksia tapahtuu myös aineenvaihdunnassa, ruuansulatuksessa, silmissä sekä sylki- ja hikirauhasissa. Tarkkaavaisuus rajautuu, ja ihminen keskittyy vain olennaiseen eli selviytymiseen. Kaikki nämä toiminnan muutokset tähtäävät siihen, että yksilö voi joko paeta tehokkaasti tai kohdata haastavan tilanteen. Arkipäivän tilanteissa sympaattisen hermoston toiminnan tehostumisen voi havaita vaikkapa silloin, kun jännittää esitystä tai pelästyy jotakin yllättävää, kuten haukkuvaa koiraa tai ulkona pimeässä takaa kuuluvia askelia.

Parasympaattinen hermosto on autonomisen hermoston osa, jonka toiminta edistää elimistön voimavarojen palautumista levossa. Sen toiminta korostuu siis levätessä ja rentoutuessa sekä syömisen jälkeen. Parasympaattisen hermoston toiminta on siis monelta osin vastakohta sympaattisen hermoston toiminnalle.

Vaikka autonomisen hermoston toiminta ei ole tahdonalaista, ihminen voi silti vaikuttaa siihen omalla toiminnallaan. Sympaattista hermostoa on mahdollista aktivoida esimerkiksi hengittämällä hyvin nopeasti. Parasympaattisen hermoston toiminta puolestaan tehostuu, kun ihminen hengittää rauhallisesti.

Autonomisessa hermostossa on siis omat järjestelmänsä kriisitilanteissa tarvittavaa valmiutta varten sekä lepotilanteissa tarvittavaa kriisitilanteista palautumista varten. Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välinen tasapaino vaihtelee eniten uni- ja valvetilan mukaan. Parasympaattinen hermoston osa hallitsee nukkuessa ja sympaattisen hermoston osa valveilla ollessa.

TEHTÄVÄT

1. Mikä merkitys hermostolla on ihmiselle?

2. Pohdi, miten hermoston rakenteen ja toiminnan ymmärtäminen liittyy psykologiaan.

3. Sulje kirja ja yritä ulkomuistista piirtää tyhjälle paperille kaavio hermoston rakenteesta. Nimeä kaavioon eri hermoston osat niin hyvin kuin osaat. Kun olet saanut kaavioon niin paljon tietoa kuin tällä hetkellä muistat, pane kaavio pois näkyviltä. Avaa oppikirja sivulta 34 ja kertaa hermoston rakenne kirjasta. Mitä osia unohdit? Mitä käsitteitä kirjoitit virheellisesti? Kun uskot muistavasi kaaviostasi vielä puuttuvat rakenteet, sulje kirja ja täydennä kaaviota. Toista nämä vaiheet niin monta kertaa, kunnes kaaviosi sisältää kaikki hermoston osat.

4. Kerro eri hermoston osien keskeisistä toiminnoista.

5. Minkä hermoston osan toiminta on keskeistä seuraavissa tilanteissa?

a) Ihminen säikähtää pensaasta yhtäkkiä lentoon lähtevää lintua ja kavahtaa kauemmaksi pensaasta.

b) Ihminen rauhoittuu säikähtämisen jälkeen.

c) Ihminen päättää kerätä läheiseen roskakoriin toisten ihmisten puistoon heittelemät roskat.

Keskeiset käsitteet

- hermosto
- keskushermosto
- ääreishermosto
- somaattinen hermosto
- autonominen hermosto
- sympaattinen hermosto
- parasympaattinen hermosto

4 AIVOJEN RAKENNE JA TOIMINTA

Aivojen rakenne

Aivot voidaan karkeasti jakaa kolmeen päärakenteeseen: isotaivot, pikkuaivot ja aivorunko. **Isotaivot** ovat laaja kokonaisuus, joka osallistuu lähes kaikkeen tiedonkäsittelytoimintaan. **Pikkuaivot** ovat tärkeät erityisesti liikkeiden tarkassa säätelyssä, aisti- ja liiketiedon yhdistämisessä ja oppimisessa. **Aivorunko** säätelee esimerkiksi peruselintoimintoja, kuten hengitystä.

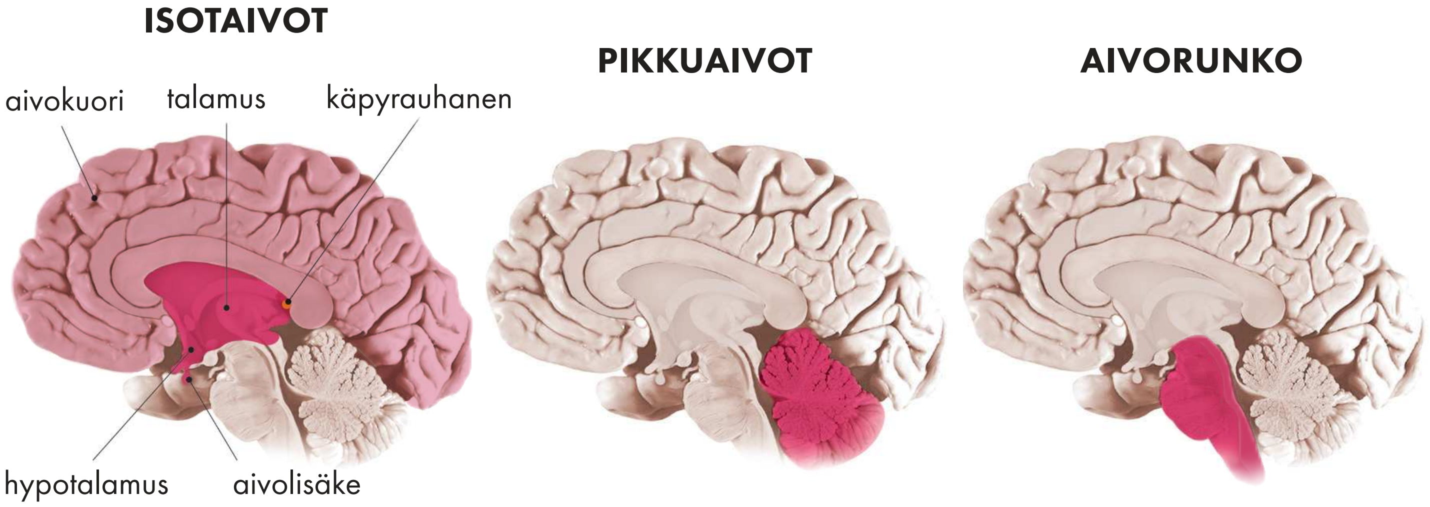
Lisäksi isotaivot jaetaan kahteen aivopuoliskoon. Vasen ja oikea aivopuolisko eivät ole toistensa täsmällisiä peilikuvia, vaan niiden rakenteessa ja toiminnassa on eroja.

TAPAUSESIMERKKI

1800-luvun jälkipuoliskolla ranskalainen lääkäri **Paul Broca** (1824–1880) tutki potilasta, joka oli aivovaurion seurauksena menettänyt kykynsä puhua. Potilas kuitenkin ymmärsi puhetta ja suoriutui muista kognitiivista tehtävistä normaalisti. Kun potilaalle tehtiin hänen kuolemansa jälkeen ruumiinavaus, Broca havaitsi, että etenkin potilaan vasemman otsalohkon aivokuori oli vaurioitunut. Broca päätteli, että juuri tämän alueen vaurio oli aiheuttanut havaitun häiriön.

Tämä oli ensimmäisiä kertoja, kun jokin kognitiivinen toiminto pystyttiin yhdistämään tieteellisesti tiettyyn aivojen osaan. Vaikka nykyään ymmärretään, että useat eri aivoalueet osallistuvat kognitiivisiin toimintoihin, oli tämä löydös aikanaan suuri edistysaskel psyykkisten toimintojen hermostollisen perustan selvittämisessä.

Tapausesimerkissä esitellyn klassisen neuropsykologisen havainnon ja myöhempien tutkimusten pohjalta on saatu selville, että aivojen eri osat ovat erikoistuneet erilaisiin toimintoihin. Toisinaan aivoista kuulee sanottavan, että jokin aivoalue vastaa jostakin psyykkisestä toiminnosta. Nykytietämyksen mukaan yksittäinen aivoalue ei



Kuvissa on aivojen poikkileikkauksia sivusta katsottuna. Aivokuoren alapuoliset rakenteet ovat keskeisiä esimerkiksi peruselintoimintojen kannalta. Ne ovat pitkälti samanlaiset ihmisillä ja monilla muilla eläinlajeilla. Isojenaivojen koko ja rakenne ovat kuitenkin erityiset vain ihmislajille.

kuitenkaan yleensä vastaa yksistään tietystä toiminnosta, vaan kognitiiviset toiminnot vaativat eri aivoalueiden yhteistyötä. Esimerkiksi tarkkaavaisuuteen liittyy hermoverkko, jossa on useiden eri aivoalueiden hermosoluja. **Hermoverkko** tarkoittaa useiden hermosolujen ja niiden välisten yhteyksien muodostamaa kokonaisuutta, joka on erikoistunut tiettyyn toimintaan.

Isotaivot ja aivokuori

Isotaivot muodostavat suurimman osan aivojen massasta, aikuisella jopa 90 prosenttia. Ne ovat keskeiset lähes kaikissa tiedonkäsittelytoiminnoissa. Isotaivot koostuvat aivokuoresta, aivokuoren alapuolisesta valkeasta aineesta, tyvitumakkeista ja limbisen järjestelmän osista.

Aivokuori eli korteksi on isojenaivojen poimuttunut kuorikerros. Se koostuu pääosin harmaasta aineesta eli harmaan värisistä hermosolujen solukeskuksista. Tutkimuksissa on havaittu, että aivokuori mahdollistaa monet kognitiiviset toiminnot, kuten ajattelun ja puheen.

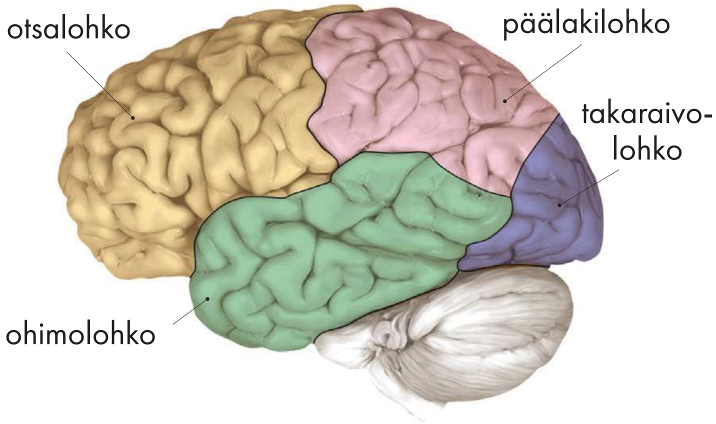
Aivokuori on vain noin muutaman millimetrin paksuinen, mutta poimuttuneisuutensa ansiosta sen pinta-ala on suuri. **Poimu** on eräänlainen aivokuoren taipuma, uurre puolestaan tarkoittaa poimujen välistä uraa. Poimuiksi taiteltuna kallon sisälle mahtuu huomattavasti suurempi määrä aivokuorta. Jos aivokuori levitettäisiin auki, se vastaisi kooltaan noin yhtä sanomalehtiaukeamaa. Aivokuoren poimut ja uurteet saattavat ensisilmäyksellä näyttää satunnaisilta, mutta aivokuvia vertailemalla on havaittu, että ne ovat ihmisillä hyvin samanlaiset.

Aivokuori jaetaan neljään lohkoon. Jokaista aivolohkoa on aivoissa parillinen määrä, yksi kummallakin aivopuoliskolla. **Otsalohko** on keskeinen esimerkiksi suunnitelmallisuuden, itsesäätelyn, tarkkaavaisuuden ja työmuistin kannalta. Otsalohkot ovat yksi aivojen pisimpään kehittyvistä alueista, ja uusimman tutkimustiedon mukaan otsalohkojen kehitys jatkuu aina 25 ikävuoteen saakka. **Ohimolohko** on tärkeä esimerkiksi kuulotiedon käsittelyssä. **Takaraivolohko** puolestaan on keskeinen esimerkiksi näkötiedon käsittelyssä. Muun muassa tuntotiedon käsittelyn, avaruudellisen hahmottamisen ja tarkkaavaisuuden säätelyn kannalta olennainen aivolohko on **päälakilohko**.

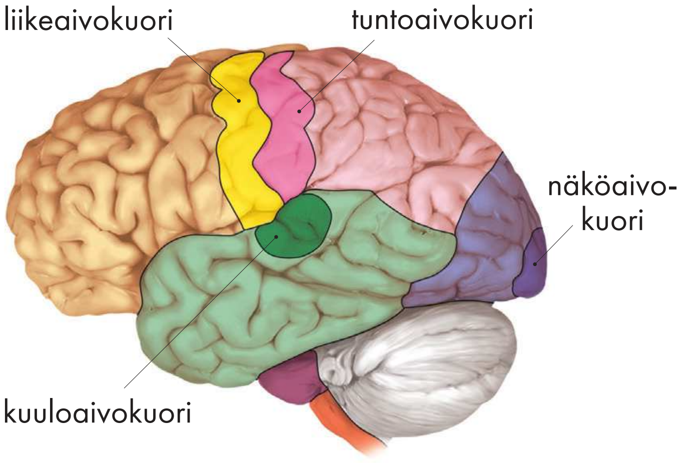
Aivokuoren alapuolinen valkea aine koostuu pääosin radoista, joilla aivokuoren ja muiden aivojen osien hermosolut ovat yhteydessä toisiinsa. Isojenaivojen aivokuoren alapuolisiin rakenteisiin kuuluvat myös **tyvitumakkeet**. Ne ovat keskeisiä rakenteita tahdonalaisten liikkeiden säätelyssä ja erilaisten taitojen oppimisessa. Tyvitumakkeiden vauriot aiheuttavat esimerkiksi lihaksia vaativien liikkeiden ja asentojen hallitsemattomuutta. **Limbinen järjestelmä** on tärkeä tunteiden, halujen ja muistin kannalta. Sen keskeisiä rakenteita ovat esimerkiksi mantelitumake, hajukäämi, hippokampus ja hypotalamus. Siihen kuuluu myös osia talamuksesta.

Aivokuoren aisti- ja liikealueet

Ensisijainen aistialue on aivokuoren alue, jolla käsitellään näköön, kuuloon, tuntoon tai muuhun tiettyyn aistiin liittyvää tietoa. Ensisijaisten alueiden lisäksi aistitiedon käsittelyyn osallistuvat myös muut alueet. Esimerkiksi näköärsykkeitä katsellessa hermosolujen aktiivisuus ja verenkierto lisääntyvät takaraivolohkossa. Tämä aivojen alue näyttää siis tarvitsevan tavallista enemmän happea ja ravinteita näköärsykkeiden



Aivokuori voidaan jakaa otsalohkoon, ohimolohkoon, päälakilohkoon ja takaraivolohkoon.



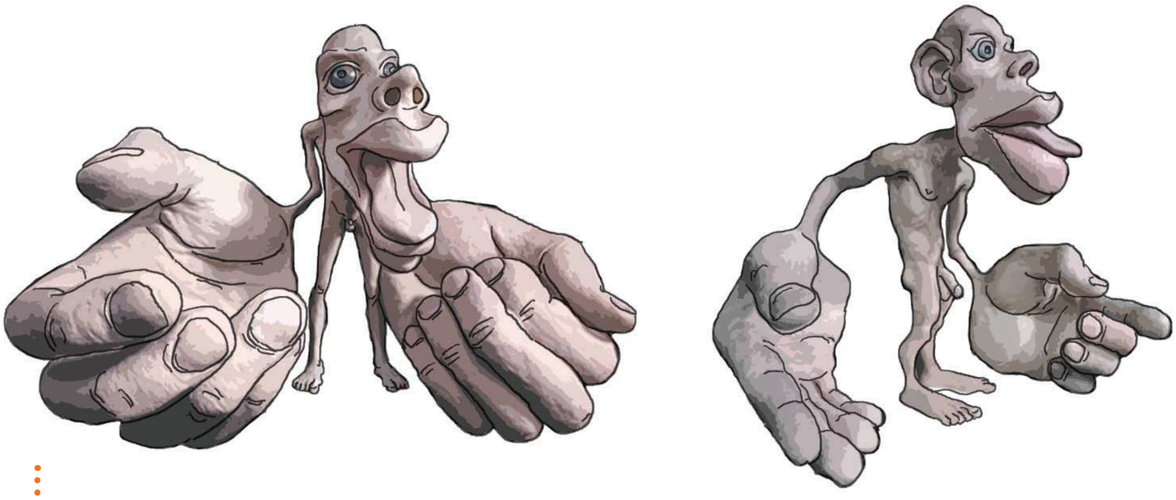
Aivokuorella sijaitsee sensorisen toiminnan kannalta tärkeitä ensisijaisia aistialueita ja motorisen toiminnan kannalta tärkeä liikeaivokuori.

käsittelyn aikana. Tällaisten havaintojen perusteella oletetaan, että takaraivolohkot ovat keskeiset näkötiedon käsittelyssä ja että siellä käsitellään näkötiedon peruspiirteitä, kuten muotoja. Tästä syystä takaraivolohkon näitä osia kutsutaan nimellä **näköaivokuori**. Näköaivokuoren vauriot voivat johtaa osittaiseen tai täydelliseen sokeutumiseen.

Näköaivokuoren alueet eivät vastaa yksistään näköhavaintoihin liittyvästä vaativasta toiminnasta, vaan ne tekevät tiivistä yhteistyötä monien aivoalueiden kanssa. Eri puolilla aivoja onkin myös muita alueita, joilla käsitellään joitakin näkötiedon piirteitä. Esimerkiksi ohimolohkon alueella on näköärsykkeiden tunnistamiseen liittyvää toimintaa. Päälakilohkon alueella puolestaan käsitellään näkötiedon sijaintiin ja suuntaan liittyvää tietoa. Kaikissa aivojen osissa on siis jatkuvasti toimintaa, vaikka joissakin hermoverkoissa ja joillakin aivoalueilla toiminta on erityisen vilkasta.

Aivokuoren aistialueiden hermosolut ovat usein erikoistuneet tietynlaisen tiedon käsittelyyn. Esimerkiksi takaraivolohkossa osa hermosoluista aktivoituu tietyn muotoisia ärsykkeitä katsottaessa ja toiset taas tietyn värisiä ärsykkeitä katsottaessa. Tiedonkäsittely näillä alueilla on järjestäytynyt niin, että samankaltaisia ärsykkeitä käsittelevät hermosolut sijaitsevat lähekkäin.

Tämä sama periaate pätee myös muihin aisteihin. Aivokuoren ohimolohkon alueella sijaitsee **kuuloaivokuori**, joka aktivoituu kuultujen ärsykkeiden yhteydessä. Päälakilohkossa sijaitseva **tuntoaivokuori** käsittelee kehon tuntoaistimuksia ja on rakentunut niin, että toisiaan lähellä olevat hermosolut käsittelevät tietyn kehon osan aistimuksia. Esimerkiksi yksi joukko hermosoluja aktivoituu sormiin liittyvissä tuntoaistimuksissa, toinen hermosolujoukko puolestaan kämmenselän ja kolmas poskien tuntoaistimuksissa. Eri kehon osat ovat siis edustettuina aivokuoren eri alueilla. Tuntoaistin merkitys ja tarkkuus vaikuttavat siihen, kuinka suuria alueet aivokuorella ovat.



Jos ihmisen keho olisi rakentunut sen mukaan, kuinka suuri edustus tietyillä aisteilla tai motorisilla toiminnoilla on aivojen tunto- ja liikeaivokuorilla, näyttäisimme kovin erilaisilta. Tällä mallilla luotuja ihmishahmoja kutsutaan nimellä homunculus eli pieni ihminen. Vasemmalla on sensorinen homunculus ja oikealla motorinen homunculus.

Luovuutta, hahmottamista ja päättelyä vaativat tehtävät edellyttävät monien aivoalueiden tehokasta yhteistoimintaa.

Esimerkiksi sormien, kasvojen ja suun edustusalueet tuntoaivokuorella ovat paljon suurempia kuin esimerkiksi selän, takareisien tai olkavarren edustusalueet. Tämä selittyy sillä, että käsien ja suun kautta saatavat tuntoaistimukset ovat toiminnan ja selviytymisen kannalta paljon tärkeämpiä kuin selän kautta saatavat tuntoaistimukset. Jokainen voi huomata tämän jokapäiväisessä toiminnassaan kokeilemalla, kuinka herkästi tuntee eri alueilla.

Liikeaivokuori sijaitsee otsalohkon takaosassa juuri ennen päälakilohkoa. Myös liikeaivokuorella on omat edustusalueensa kaikille kehon osille samoin kuin tuntoaivokuorella. Tarkempaa motorista toimintaa vaativilla kehon osilla, kuten sormilla, on suurempi edustus liikeaivokuorella kuin vain karkeasti kontrollissa olevilla kehon osilla, kuten yläselän lihaksilla.

Isojenaivojen lateralisaatio

Isojenaivojen **aivopuoliskot** eroavat hieman toisistaan rakenteellisesti ja toiminnallisesti. Tätä aivopuoliskojen keskinäistä työnjakoa kutsutaan nimellä aivojen **lateralisaatio**.

On tavallista, että isojenaivojen rakenteista puhutaan yksikössä. On siis hyvä huomioida, että kerrottaessa esimerkiksi ohimolohkon tai mantelitumakkeen toiminnasta tarkoitetaan yleensä ohimolohkojen ja mantelitumakkeiden, siis sekä vasemman että oikean puolen, toimintaa.

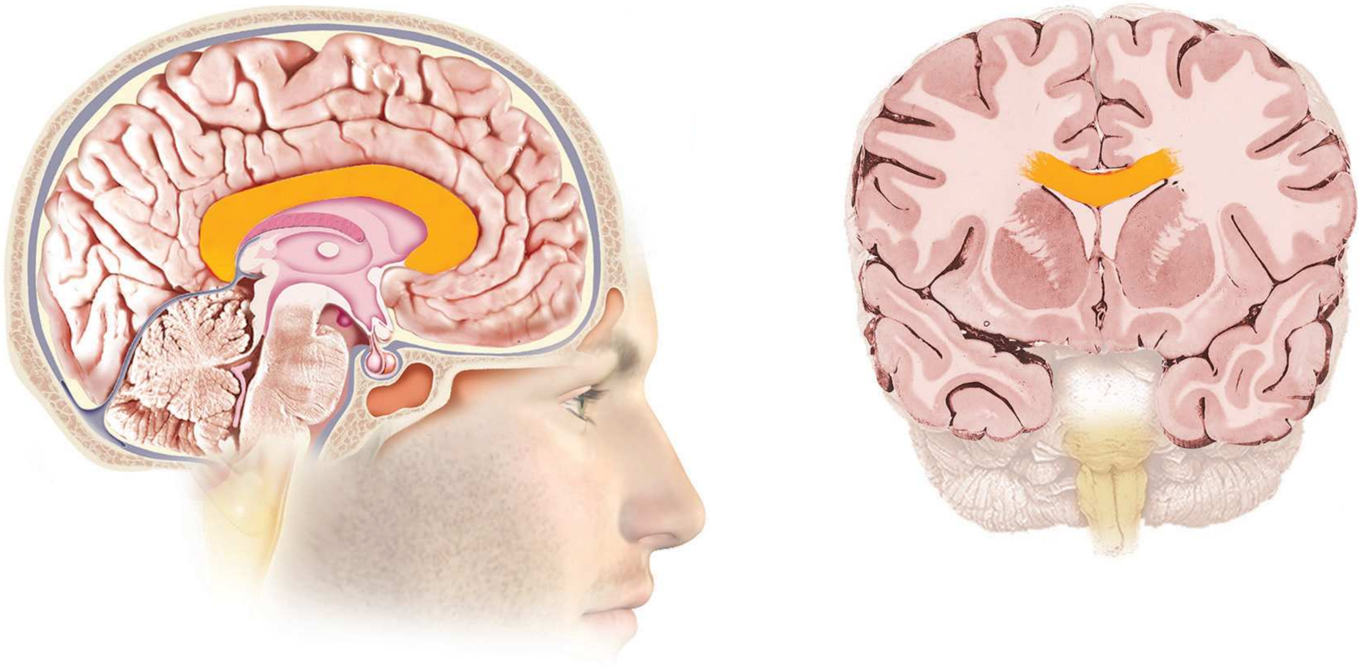
Aivopuoliskojen rakenteelliset erot eivät näy pintapuolisella tarkastelulla, sillä aivot näyttävät ulkomuodoltaan melko symmetrisiltä. Aivopuoliskojen hermoverkot eroavat kuitenkin toisistaan. Esimerkiksi vasemmalla aivopuoliskolla on puheen käsittelyyn erikoistuneita hermoverkkoja. Oikealla aivopuoliskolla on avaruudelliseen hahmottamiseen liittyviä hermoverkkoja.

Esimerkiksi aivovaurion kokeneita muusikkoja ja terveitä koehenkilöitä tutkittaessa on aivopuoliskoissa havaittu lateralisaatiota puheen ja musiikin käsittelyssä. Puhe näyttäisi aktivoivan enemmän vasemman aivopuoliskon ohimolohkoa, kun taas oikean aivopuoliskon ohimolohko aktivoituisi enemmän musiikista. Puhe ja musiikki ovat molemmat kuulotietoa, mutta ne ovat ominaisuuksiltaan hieman erilaisia. Tämän vuoksi niiden käsittely aivokuorella edellyttää juuri näihin äänen piirteisiin erikoistunutta toimintaa. Tästä huolimatta on havaittu, että molempien aivopuoliskojen ohimolohkojen hermoverkot ovat erikoistuneet erilaisten äänen piirteiden käsittelyyn.

Aistitiedon käsittely risteää hermostossa niin, että vasen aivopuolisko vastaanottaa tietoa kehon oikealta puolelta ja oikea aivopuolisko kehon vasemmalta puolelta. Esimerkiksi koskettaessasi pöydän pintaa vasemman käden sormillasi tuntoaistimus välittyy erityisesti oikeaan päälakilohkoon. Samoin tieto molempien silmiesi vasemmissa näkökentissä olevista näköärsykkeistä kulkeutuu erityisesti oikealle näköaivokuorelle. Myös motoristen toimintojen käsittely risteää. Kehon oikean puolen liikkeiden säätely tulee pääosin vasemmalta aivopuoliskolta ja vasemman puolen taas oikealta aivopuoliskolta.

Aivopuoliskojen toiminnasta ja työnjaosta on varsin paljon virheellisiä käsityksiä. Esimerkiksi erään varsin yleisen väitteen mukaan erot persoonallisuudessa ja kognitiivisen toiminnan tyylissä johtuisivat eroista aivopuoliskojen hallitsevuudessa. On sanottu, että luovilla ja taiteellisilla ihmisillä oikea aivopuolisko olisi hallitseva, ja analyyttisillä, järjestelmällisillä ihmisillä taas vasen aivopuolisko. Aivotutkimus ei kuitenkaan tue tällaista ajattelua. Aivopuoliskojen toiminnassa on eroja, mutta nämä erot eivät tutkimuksen mukaan selitä tämänkaltaisia persoonallisuuseroja yksilöiden välisessä toiminnassa. Sen sijaan kaikki ihmiset tarvitsevat jatkuvasti molempien aivopuoliskojen toimintaa.

Kätisyys on synnynnäinen ominaisuus. Ihmiset sijoittuvat jatkumolle sen perusteella, kuinka vahvasti oikea-, vasen tai molempikätisiä he ovat. Neurotieteilijöiden mukaan kätisyys liittyy aivopuoliskojen toimintaan. Oikeakätisillä hallitseva aivopuolisko on vasen, vasenkätisillä oikea.



Aivokurkiainen yhdistää aivopuoliskot toisiinsa ja on niiden välisen tiedonkulun tärkein kulkuväylä. Kuvissa aivokurkiaista tarkastellaan sivusta ja edestä katsottuna.

Aivokurkiainen aivopuoliskojen yhdistäjänä

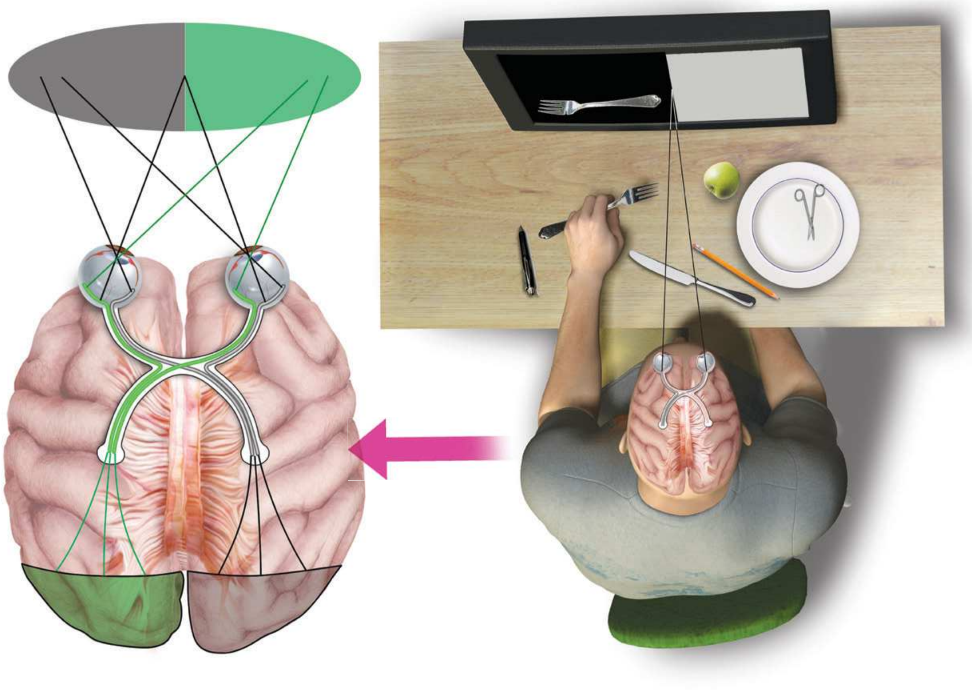
Aivopuoliskojen välillä tapahtuu jatkuvasti tiedonkulkua, sillä aivot toimivat kokonaisuutena. Vasenta ja oikeaa aivopuoliskoa yhdistävät paksut hermoradat. Näistä suurinta kutsutaan nimellä **aivokurkiainen**.

Joiltakin ihmisiltä aivokurkiainen on jouduttu katkaisemaan. Tällaiseen radikaaliin toimenpiteeseen on yleensä päädytty siksi, että potilas on kärsinyt esimerkiksi vaikeasta epilepsiasta. Epileptiset kohtaukset ovat olleet niin yleisiä ja voimakkaita, että ne ovat haitanneet ihmisen elämää. Aivokurkiaisen katkaisulla on tavoiteltu sitä, että hermosolujen yhteyksien kautta leviävä epileptinen kohtaus ei toisessa aivopuoliskossa käynnistyttyään leviäisi aivokurkiaisen välityksellä toiseenkin aivopuoliskoon.

Aivokurkiaisen katkaisu on osoittautunut erittäin toimivaksi hoitomuodoksi näille potilaille. Kohtaukset eivät ole päässeet enää leviämään koko aivoihin, eikä niitä tapahtunut enää edes yhden aivopuoliskon alueella. Nämä niin kutsutut **aivohalkiohenkilöt** (engl. split-brain) lakkasivat siis saamasta epileptisiä kohtauksia lähes kokonaan. Vielä yllättävämpää on kuitenkin se, että näin merkittävä leikkaus ei ole päällisin puolin näyttänyt vaikuttavan lainkaan potilaiden persoonallisuuteen tai kognitiiviseen suoriutumiseen.

TAPAUSESIMERKKI

Yhdysvaltalaiset neuropsykologit **Roger W. Sperry** (1913–1994) ja **Michael S. Gazzaniga** (s. 1939) suorittivat aivohalkiopotilaille 1960-luvulla tutkimuksia ja havaitsivat potilaiden toiminnassa erikoisia piirteitä. Potilaat eivät esimerkiksi vaikuttaneet käyttävän kehojensa puolia yhtä aktiivisesti, vaan suosivat esimerkiksi oikean käden käyttämistä. Aivokurkiaisen katkaisun vuoksi aivopuoliskojen välinen tiedonkulku oli vähentynyt. Tämä johti tilanteisiin, joissa potilaan oikea kehon puoli saattoi pyrkiä esimerkiksi napittamaan paitaa samalla, kun kehon vasen puoli pyrki avaamaan sitä. Jos potilaiden oikeaan näkökenttään esitettiin nopeasti välähtäviä valoja, he osasivat vastata nähneensä ne. Jos samoja valoja väläytettiin vain heidän vasempaan näkökenttäänsä, potilaat kielsivät nähneensä valot. Vaikutti siltä, kuin potilaiden oikea aivopuolisko olisi ollut sokea. Näin ei kuitenkaan ollut, sillä kun potilaita pyydettiin osoittamaan valojen välähtämisen suunta, he pystyivät osoittamaan sen oikein. Oikea aivopuolisko oli vastaanottanut ja käsitellyt ärsykkeet, mutta potilas ei kyennyt ilmaisemaan sitä kielellisesti. Tämän ajateltiin johtuvan siitä, että puhumisen kannalta olennaisimmat aivoalueet sijaitsevat vasemmassa aivopuoliskossa, joka ei aivokurkiaisen katkaisemisen vuoksi saanut enää tietoa oikealla aivopuoliskolla käsitellyistä näköärsykkeistä.



Aivohalkiopotilaita on tutkittu paljon erilaisissa koeasetelmissa. Tyypillisesti heille esitetään ärsykkeitä kuvan kaltaisessa tilanteessa, jossa voidaan varmistua siitä, että pidettäessä pää paikallaan näköärsykkeet kulkeutuvat vain toiseen aivopuoliskoon.

Pikkuaivot ja aivorunko

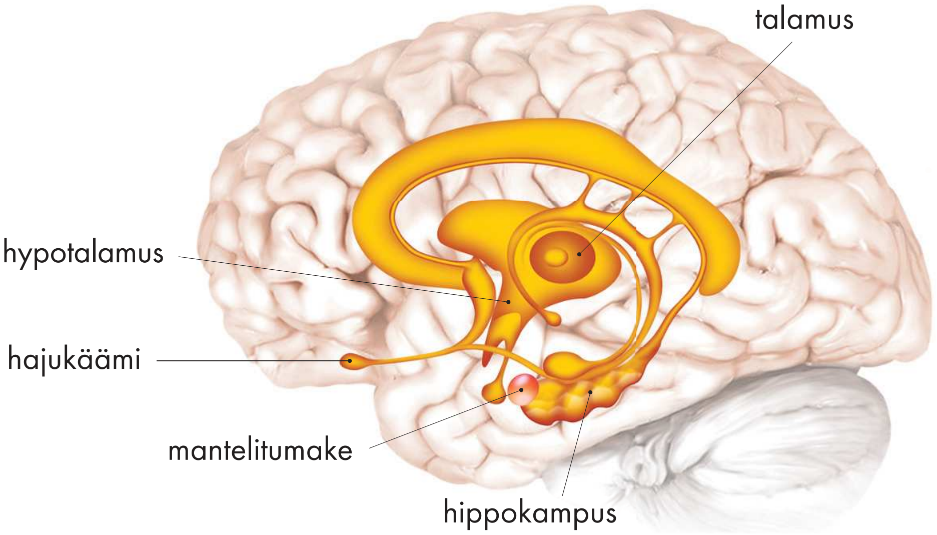
Isojenaivojen lisäksi aivojen muut pärakenteet ovat pikkuaivot ja aivorunko. **Pikkuaivot** ovat aivojen taka-alaosassa sijaitseva rakenne, joka nimensä mukaisesti muistuttaa rakenteeltaan ja ulkonäöltään pienempää versiota isoaivoista. Isojenaivojen tavoin siinä on kuorikerros, kuorikerroksen alaista valkeaa ainetta ja sen alla tumakkeita. Pikkuaivoissa on siten sekä harmaata että valkeaa ainetta.

Pikkuaivot ovat tärkeät liikkeiden tarkassa säätelyssä, sensomotorisen eli aisti- ja liiketiedon yhdistämisessä ja oppimisessa. Pikkuaivot osallistuvat myös esimerkiksi tarkkaavaisuus- ja työmuistitoimintoihin.

Aivorunko on nimensä mukaisesti runkomainen, useista eri osista koostuva rakenne aivojen ala- ja keskiosissa. Se ulottuu selkäytimen ylimmästä osasta keskelle aivoja. Isotaivot sijaitsevat sen ympärillä. Useat aistiradat kulkevat aivorungon kautta aivokuorelle. Aivorungon alueella sijaitsee muun muassa vireystilan säätelyn järjestelmä, joka on myös tärkeä esimerkiksi hengityksen ja sydämensykkeen kaltaisten peruselintoimintojen säätelyn kannalta.

Aivorungon päällä olevat väliaivot luetaan toisinaan aivorunkoon. Väliaivot koostuvat muun muassa talamuksesta, hypotalamuksesta ja aivolisäkkeestä. **Talamus** on noin avokadon kiven kokoinen ja muotoinen rakenne aivojen keskiosissa. Suurin osa aistitiedosta kulkee sen kautta muualle aivoihin. **Hypotalamus** on talamuksen alla sijaitseva alue, joka on keskeinen nälän, unen, janon ja seksuaalitoimintojen säätelyssä. Hypotalamus esimerkiksi säätelee sen lähellä sijaitsevaa aivolisäkettä, joka on tärkeä hormonitoiminnassa. Hormonit puolestaan vaikuttavat laajasti kaikkialla ihmisen kehossa ja toiminnassa.

Osa näistä väliaivojen rakenteista luetaan myös limbiseen järjestelmään. Limbinen järjestelmä ei ole varsinaisesti muista aivojen osista irrallinen järjestelmä. Se on nimitys useille aivoalueille, jotka ovat keskeisiä esimerkiksi tunteiden, motivaation ja muistin kannalta. Siihen luetaan alueita sekä aivokuorelta että aivokuoren alaisia osia.



Limbinen järjestelmä koostuu monista rakenteista. Kuvaan on nimetty muutamia keskeisimpiä.

TEHTÄVÄT

1. Laadi tämän luvun tietojen avulla käsitekartta aivojen rakenteesta ja toiminnasta.

2. Minkä toimintojen kannalta seuraavat isojenaivojen osat ovat tärkeitä:

a) aivokuori

b) tyvitumakkeet

c) limbinen järjestelmä?

3. a) Mihin lohkoihin aivokuori jaetaan?

b) Minkä toimintojen kannalta eri lohkot ovat keskeisiä?

4. a) Selosta esimerkin avulla, mitä aivokuoren ensisijaisilla aistialueilla tarkoitetaan.

b) Mikä on tuntoaivokuori?

c) Mikä on liikeaivokuori?

5. a) Mitä lateralisaatio tarkoittaa?

b) Millaisia virheellisiä käsityksiä aivopuoliskojen välisestä työnjaosta on?

6. Selitä

a) pikkuaivot

b) aivorunko.

Keskeiset käsitteet

- isotaivot
- isoaivokuori
- limbinen järjestelmä
- lateralisaatio
- aivokurkiainen
- pikkuaivot
- aivorunko

5 HERMOSTON VIESTINTÄ

Hermosolut ja hermoverkot

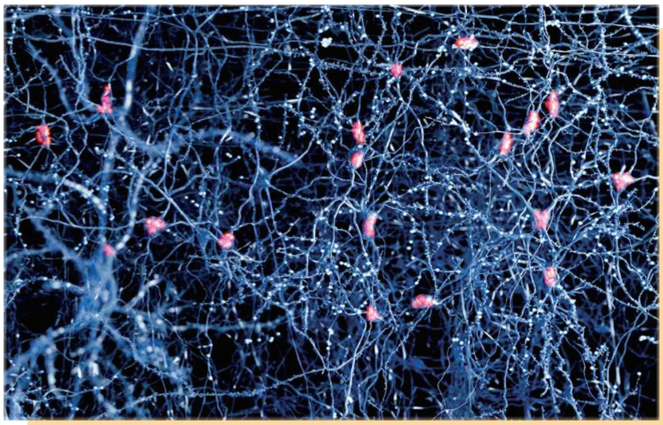
Hermostossa on kaksi osaa, keskus- ja ääreishermosto. Hermoston solut jakautuvat kahteen päätyyppiin: hermosoluihin ja gliasoluihin. **Hermosolu** eli **neuroni** on solutyyppi, joka on erikoistunut sähköiseen viestintään. Hermosolu välittää ja yhdistelee hermoverkon muista hermosoluista tulevaa tietoa. Hermosoluja on arvioitu olevan aivoissa jopa 100 miljardia. **Gliasolu** eli **hermoston tukisolu** on puolestaan hermosolun toimintaa tukeva solu.

Hermosolut eivät toimi irrallaan toisistaan, vaan ovat yhteydessä toisiinsa monimutkaisten yhteyksien kautta. Hermosolujen väliset yhteydet syntyvät, kehittyvät ja karsiutuvat jatkuvasti ihmisen elämän aikana. Hermoverkoissa kulkevia viestejä kutsutaan hermoimpulsseiksi. **Hermoimpulssi** tarkoittaa jonkin ärsykkeen aiheuttamaa hermostossa etenevää sähköistä muutosta. Ärsykkeet voivat olla ulkoisia, kuten ääniä tai hajuja, ja sisäisiä, kuten tunnetiloja tai ajatuksia.

Hermoverkko on useiden hermosolujen ja niiden välisten yhteyksien kokonaisuus, joka on erikoistunut johonkin toimintaan. Yksi hermosolu voi olla osa useampaa hermoverkkoa. Hermoverkkojen aktivoituminen on keskeistä ihmisen toiminnalle. Esimerkiksi aivokuorella on hermoverkkoja, jotka ovat erikoistuneet pääasiassa näkötiedon käsittelyyn. Hermoverkot muodostavat pohjan tiedonkäsittelylle ja käyttäytymiselle. Esimerkiksi arkipäiväinen keskustelu edellyttää kielen ja puheen prosessoinnin kannalta keskeisten hermoverkkojen toimintaa.

Jotta viestit kulkevat hermostosta myös muualle elimistöön, on hermosolujen oltava yhteydessä myös muihin elimistön osiin kuin toisiin hermosoluihin. Hermosolut voivat siten muodostaa yhteyksiä myös esimerkiksi lihaksiin, verisuonen seinämiin tai sisäelimiin.

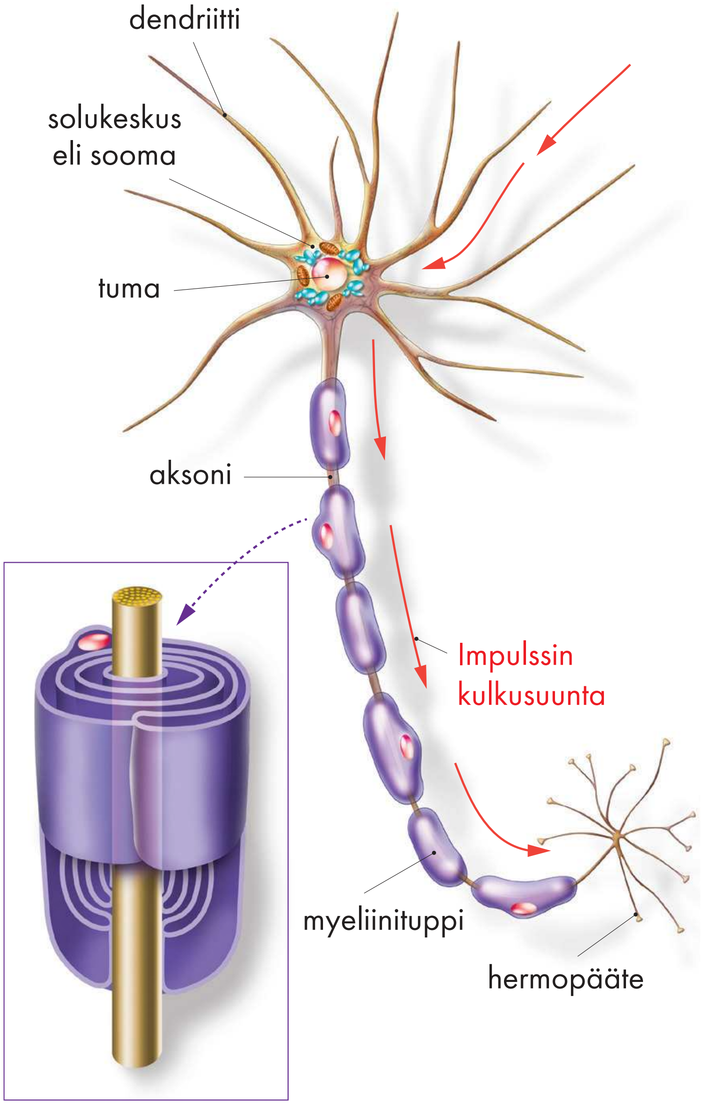
Esimerkiksi kun aiot kääntää kirjan sivua, keskushermostosta lähtee sormia liikuttaviin lihaksiin viestejä, jotka saavat lihaksia supistumaan. Kun ihminen juoksee, pohkeen verisuonen seinämään kulkee viesti, joka saa verisuonen seinämän laajentumaan. Näin lihakseen virtaa enemmän verta, jotta lihas saa enemmän energiaa ja happea supistuakseen. Samalla tavoin kuin keskushermostosta kulkeutuu viestejä muualle hermostoon ja lihaksiin, myös ympäristön ärsykkeiden aiheuttamat hermoimpulssit kulkeutuvat keskushermostoon käsiteltäviksi. Oli kyseessä sitten tunto, näkö, haju, maku tai ääni, aistielinten havaitsema ärsyke muunnetaan hermoimpulssiksi, joka lähetetään käsiteltäväksi aivoihin.



Hermosolut muodostavat monimutkaisia ja laajoja hermoverkkoja, joissa tietoa käsitellään.

Juokseminen vaatii hermostolta tehokasta ja nopeaa tiedonvälitystä. Liikkeiden säätelyyn liittyvien viestien on välityttävä hermostossa aivojen liikeaivokuorelta jalkapohjiin asti sekunnin murto-osissa. Samanaikaisesti esimerkiksi jalkojen saama tuntotieto maaston tasaisuudesta on kuljetettava aivoihin.

Hermosolun rakenne ja gliasolut



Hermosolussa viesti kulkee tuojahaarakkeista eli dendriiteistä kohti aksonin päässä olevia hermopäätteitä. Viestin kulkua tehostaa aksonien ympärille kiertynyt myeliini, joka koostuu rasvasta.

Hermosolut koostuvat erilaisista osista. Hermosolun solukeskus on nimeltään **sooma**, jossa sijaitsee solun geneettisen aineksen eli DNA:n sisältävä **tuma**. Hermosolua ympäröi **solukalvo**, joka erottaa solun sitä ympäröivästä nesteestä.

Hermosolun rakenteelle on tyypillistä haarakkeisuus. Useimmissa hermosoluissa on viejähaarake ja useita tuojahaarakkeita. Hermosolun viejähaarake eli **aksoni** on haarake, jota pitkin hermosolu välittää hermoimpulsseja eteenpäin. Aksonin pituus voi vaihdella millimetrin murto-osista jopa yli metriin. Keskushermoston hermosolujen aksonit ovat tyypillisesti muutamien millimetrien mittaisia, mutta esimerkiksi selkäytimestä jalkaterään kulkevien hermosolujen aksonit ovat noin metrin pituisia. Elimistössä on myös hermosoluja, joilla ei ole aksonia ollenkaan.

Joitain aksoneita ympäröi myeliinituppi. **Myeliinituppi** on rasva-aineista koostuva eriste, jonka tarkoitus on tehostaa hermoimpulssin kulkua aksonissa. Se myös suojaa aksonia niin, että hermoimpulssi voi kulkea häiriöttä. Myeliini on hermoston kokonaistoiminnan kannalta tärkeä, koska se mahdollistaa hermosolujen riittävän nopean viestinnän monissa toiminnoissa. Myeliinittömässä aksonissa hermoimpulssi kulkee noin alle puoli metriä sekunnissa, kun taas myelinisoituneessa aksonissa jopa 150 metriä sekunnissa. Esimerkiksi aivoissa hermosolujen aksonit ovat monesti myelinisoituneita, jotta viestit voivat kulkea riittävän nopeasti.

Hermosolun tuojahaarake eli **dendriitti** vastaanottaa tietoa muiden hermosolujen aksoneista tai muualta elimistöstä. Dendriittien määrä vaihtelee suuresti. Osalla hermosoluista ei ole lainkaan dendriittejä, kun taas toisilla niitä on jopa kymmeniätuhansia. Runsaasti haaroittuneet hermosolut saavat usein viestejä monista hermosoluista, jotkut jopa 100 000:lta. Vähädendriittiset hermosolut sen sijaan saattavat saada viestejä vain harvoista tai jopa vain yhdestä hermosolusta.

Uusien taitojen oppiminen edellyttää nopeita hermosoluyhteyksiä eri aivoalueiden välillä. Aivojen plastisuus eli muovautuvuus säilyy läpi elämän, mutta vauvaiän ja lapsuuden aikaiset kokemukset vaikuttavat erityisen voimakkaasti hermoverkkojen muovautumiseen.

Hermosolut viestivät jatkuvasti toisilleen. Usein ne eivät kuitenkaan ole fyysisesti kiinni toisissaan, vaan ne ovat yhteydessä synapsien avulla. **Synapsi** tarkoittaa kahden hermosolun tai hermosolun ja jonkin muun elimistön rakenteen välistä liitoskohtaa. Kahden hermosolun välinen synapsi on siis viestin lähettävän ja vastaanottavan hermosolun liitoskohta.

Gliasolu eli hermoston tukisolu on nimensä mukaisesti solu, joka muodostaa hermosoluille tukiverkon. Gliasolut eivät tuota sähköisiä signaaleja eivätkä muodosta hermosolujen tavoin yhteyksiä muihin soluihin, vaan ne tukevat hermosolujen toimintaa ja hermoimpulssien kulkua. Lisäksi ne osallistuvat hermosolujen ja niiden aksonien korjaamiseen. Gliasolut esimerkiksi edistävät tai estävät hermosolun kasvua, muodostavat aksonin ympärille myeliiniä ja poistavat solujätteitä. Gliasolut ovat hermoston toiminnan ja muovautumisen kannalta tärkeitä soluja eivätkä siis pelkkiä tukirakenteita. Gliasoluja on arvioitu olevan jopa kymmenkertaisesti hermosoluihin verrattuna. Koko hermoston tilavuudesta niiden osuus on puolet.

Hermosolun toimintaperiaatteet

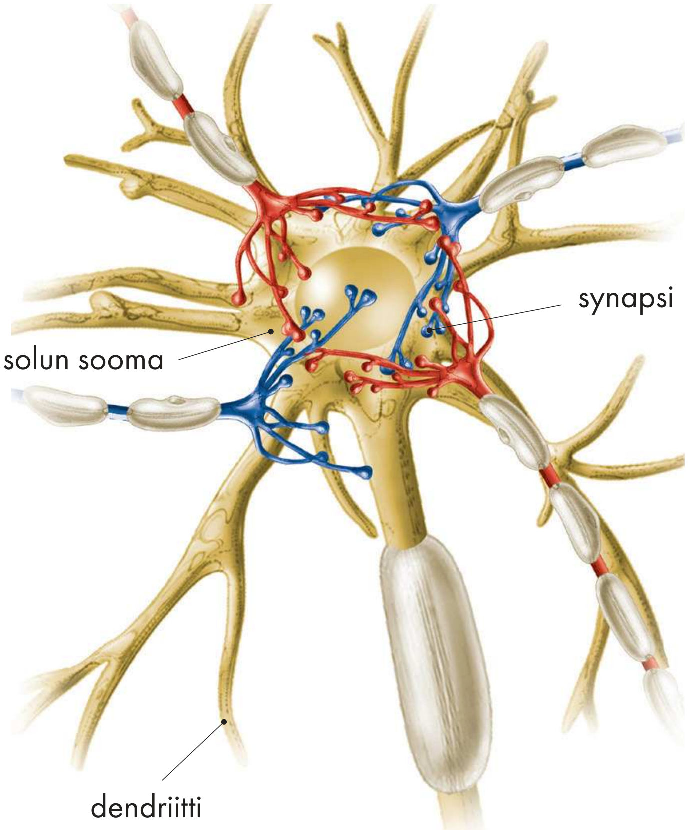
Jokainen synapsin kautta hermosolusta toiseen välittynyt viesti ei automaattisesti laukaise hermoimpulssia vastaanottavassa hermosolussa. Hermoimpulssi syntyy vasta silloin, kun hermosolun laukeamiskynnys ylittyy. **Laukeamiskynnys** tarkoittaa sitä ärsytyksen määrää, joka hermosolun on vastaanotettava muilta hermosoluilta, jotta hermoimpulssi käynnistyy.

Kun hermosolu vastaanottaa toiselta hermosolulta viestin, sillä on vain kaksi vaihtoehtoa: se joko lähettää viestin eteenpäin tai ei lähetä. Jos laukeamiskynnys ylittyy ja hermoimpulssi syntyy, se etenee hermosolun aksonia pitkin kohti synapsia aina täsmälleen samanlaisella tavalla. Jos laukeamiskynnys ei ylity, hermoimpulssia ei synny. Tämä on nimeltään hermoimpulssin **kaikki tai ei mitään -periaate**.

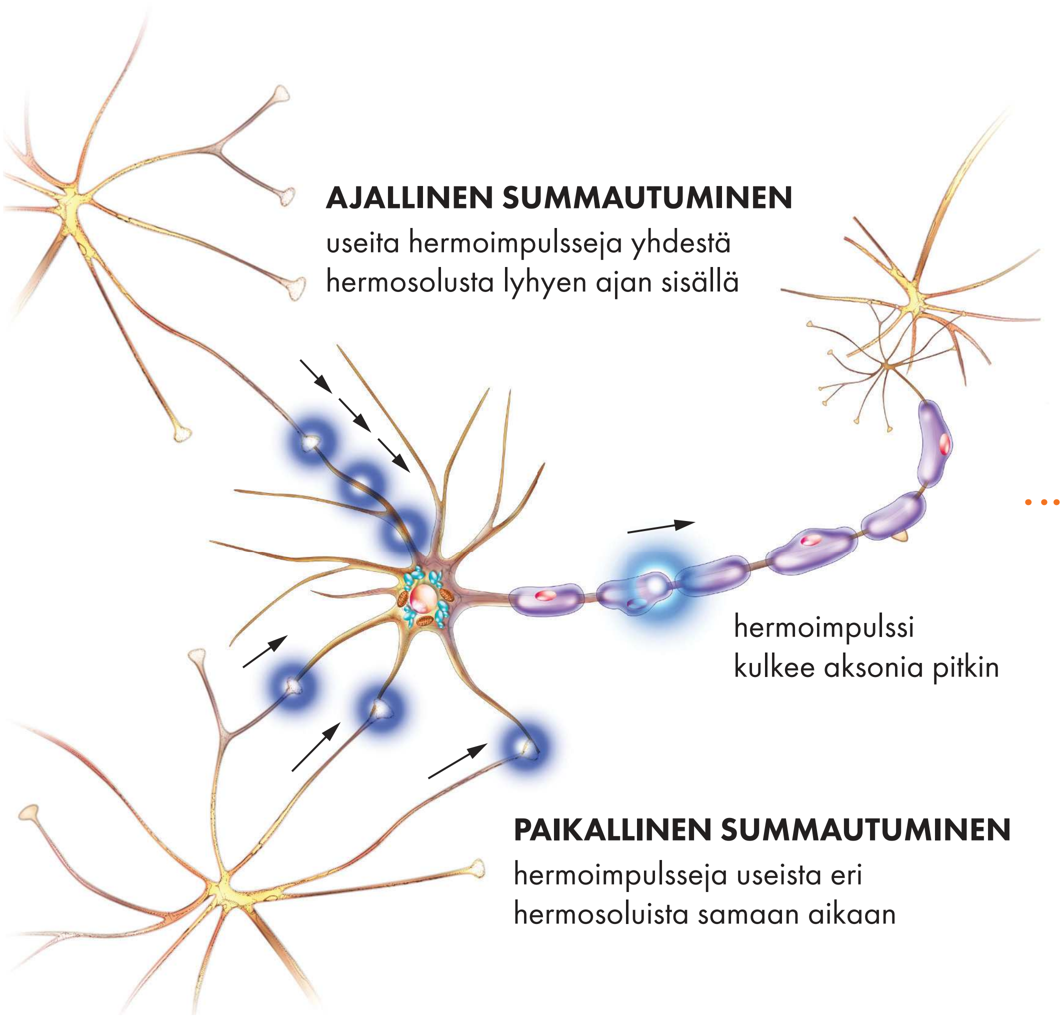
Kaikki hermosolun vastaanottamat viestit eivät kuitenkaan vie hermosolua lähemmäs laukeamiskynnystä. Synapsin yli välitetty viesti toiselta hermosolulta voi nimittäin joko kiihdyttää eli stimuloida tai estää eli inhiboida toimintaa vastaanottavassa hermosolussa. **Kiihdyttävä synapsi** vie hermosolun toimintaa lähemmäs laukeamiskynnystä. **Estävä synapsi** puolestaan vie hermosolun toimintaa kauemmas laukeamiskynnyksestä.

Hermosolun toimintaan vaikuttavat usein sekä kiihdyttävät että estävät synapsit. Tämän vuoksi hermosolun on jatkuvasti summattava eri synapseista tulevia viestejä. Jos kiihdyttävien synapsien vaikutus on tarpeeksi suuri, hermoimpulssi syntyy kaikki tai ei mitään -periaatteen mukaisesti. Jos taas ärsytyksen määrä ei riitä ylittämään laukeamiskynnystä, hermoimpulssia ei synny.

Hermosolussa saapuvia viestejä vastaanotettaessa täytyy ottaa huomioon kiihdyttävien ja estävien yhteyksien vaikutusten lisäksi se, kuinka usein tai paljon viestejä läheisistä hermosoluista saapuu. **Ajallinen summautuminen** tarkoittaa sitä, että jostain hermosolusta saapuu useita viestejä lyhyen ajan sisällä.



Keskushermostossa on yleistä, että yksi hermosolu on synapsien kautta yhteyksissä lukuisiin muihin hermosoluihin. Hermosoluun voi eri yhteyksien kautta tulla useita kiihdyttäviä ja estäviä viestejä samaan aikaan.


AJALLINEN SUMMAUTUMINEN
useita hermoimpulsseja yhdestä hermosolusta lyhyen ajan sisällä
hermoimpulssi kulkee aksonia pitkin
PAIKALLINEN SUMMAUTUMINEN
hermoimpulsseja useista eri hermosoluista samaan aikaan

Hermosolu summaa jatkuvasti yhteen sitä, kuinka usein ja kuinka monelta eri hermosolulta viestejä saapuu. Näiden summautumisten lopputulos määrittää sen, ylittyykö hermosolun laukeamiskynnys ja välittääkö hermosolu viestin eteenpäin.

Paikallinen summautuminen taas tarkoittaa sitä, että useista eri hermosoluista saapuu viestejä lyhyessä ajassa. Hermoimpulssin laukeamiskynnys saattaa ylittyä toisinaan siitä, että yhden kiihdyttävän synapsin kautta saapuu lyhyen ajan sisällä useita viestejä. Samoin laukeamiskynnys ylittävä ärsytys saattaa aiheutua siitä, että useita hermoimpulsseja saapuu lyhyessä ajassa useammasta kiihdyttävästä synapsista. Samaan aikaan hermosoluun vaikuttavat estävät synapsit voivat kuitenkin ehkäistä kiihdyttävien synapsien vaikutusta ja näin hermoimpulssia ei välttämättä synny.

Summautuminen ja laukeamiskynnys vaikuttavat merkittävästi hermoston kokonaistoimintaan. Jos hermosolun vastaanottamat viestit toisista hermosoluista laukaisisivat aina hermoimpulssin välityksen eteenpäin, olisi lukemattomia synapseja sisältävä hermostomme jatkuvassa aktivaation tilassa. Tämä johtaisi luultavasti merkittäviin aivovaurioihin ja solukuolemaan, sillä hermosto ei kestäisi tällaista kuormitusta. Siksi on tärkeää, että hermoimpulssin synapsin kautta eteenpäin välittämä viesti voi olla joko kiihdyttävä tai estävä. Samasta syystä on tärkeää, että kiihdyttävät vaikutukset eivät saa aikaan hermoimpulssia, ellei niitä olen riittävän paljon samaan aikaan.

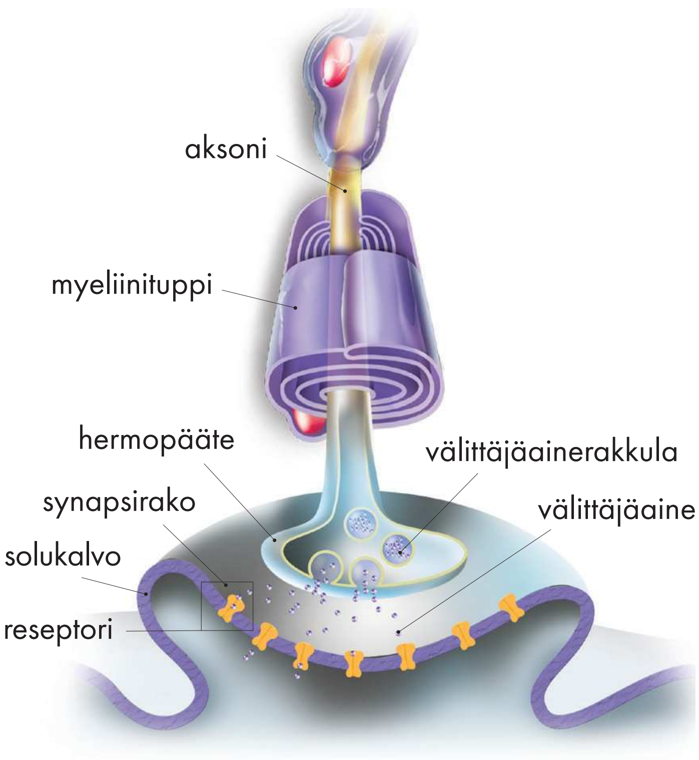
Synapsin toiminta

Synapsin toiminta vaikuttaa siihen, onko hermoimpulssin vaikutus vastaanottavaan hermosoluun kiihdyttävä vai estävä. Kun hermoimpulssi saapuu synapsiin, sähköinen aktivaatio muuttuu kemialliseksi. Synapsissa hermosolujen väliin jää pieni väli, joka on nimeltään **synapsirako**. Lähettävä hermosolu kommunikoi vastaanottavalle hermosolulle synapsiraon yli kemiallisesti. Kun hermoimpulssi saapuu synapsiin, se vapauttaa synapsirakoon molekyyliä, jota kutsutaan nimellä **välittäjäaine**. Erilaisia hermoston välittäjäaineita tunnetaan yli 100.

Välittäjäaineet sijaitsevat aksonin päässä rakenteissa, joiden nimi on **välittäjäainerakkula**. Kuljettuaan synapsiraon yli välittäjäaineet sitoutuvat vastaanottavan hermosolun reseptoreihin. **Reseptori** tarkoittaa solukalvolla olevaa välittäjäaineen sitoutumiskohtaa eli vastaanottajaa. Kun välittäjäaine sitoutuu näihin reseptoreihin, se tuottaa muutoksia vastaanottavassa hermosolussa. Kun välittäjäaine on vaikuttanut vastaanottavaan hermosoluun reseptorien kautta, se vapautuu usein käytettäväksi uudelleen lähettävään hermosoluun tai tuhoutuu. Uusia välittäjäaineita valmistuu hermosolussa samalla kun vanhoja otetaan uuteen käyttöön.

Osa välittäjäaineista on käytössä pääosin kiihdyttävissä synapseissa, osa on estävissä synapseissa. Tästä syystä välittäjäaineetkin voidaan karkeasti ottaen jakaa joko kiihdyttäviin tai estäviin välittäjäaineisiin. Jotkin välittäjäaineet toimivat kuitenkin molemmilla tavoilla. Vaikka välittäjäaineiden tuottama vaikutus on vain joko estävä tai kiihdyttävä, eri välittäjäaineet on pystytty tutkimusten perusteella yhdistämään moneen erilaiseen toimintaan. Esimerkiksi välittäjäaineet serotoniini ja dopamiini liittyvät mielialaan ja hyvänolontunteeseen. Välittäjäaineiden lukuisat erilaiset vaikutukset yksilön toimintaan perustuvat siihen, että ne aktivoivat eri hermosoluja ja vaikuttavat eri aivoalueilla lukemattomissa hermosoluissa ja hermoverkoissa.

Synapsin toiminta on siis sähkökemiallista. Sähköinen hermoimpulssi kulkee ensin aksonin päähän, se välitetään kemiallisesti synapsiraon yli hermosolusta toiseen ja muunnetaan vastaanottavassa hermosolussa jälleen sähköiseksi viestiksi. Koska hermoston viestinnässä on kemiallinen puoli, siihen voi myös vaikuttaa kemiallisesti.



Hermosolun sähkökemiallisen toiminnan kemiallinen osuus tapahtuu synapsissa.

Kipulääkitys vähentää kipua vaikuttamalla suoraan kemialliseen välittäjäainetoimintaan. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu myös kosketuksen vähentävän kivun kokemusta. Kosketus vaikuttaa hormoni- ja välittäjäainetoimintaan muun muassa laskemalla stressihormoni kortisolin eritystä ja nostamalla oksitosiinin eritystä. Lisäksi kosketus muun muassa laskee sydämen sykettä ja verenpainetta.

Monien lääkkeiden tai esimerkiksi huumausaineiden vaikutus hermostoomme perustuukin juuri siihen, että ne muokkaavat jollakin tavalla välittäjäaineiden ja synapsin toimintaa. Jotkut kemialliset aineet voivat esimerkiksi jäljitellä välittäjäainetta ja toimia niiden kaltaisesti. Esimerkiksi voimakas kipulääke morfiini toimii kehon omien endorfiinien eli mielihyvän tunnetta lisäävien ja kipua vähentävien välittäjäaineiden tavoin. Toiset aineet puolestaan voivat lisätä välittäjäaineiden tuotantoa. Esimerkiksi lukuisat stimulantit, kuten kofeiini tai huumausaineista esimerkiksi kannabis, lisäävät monien muiden vaikutustensa ohella dopamiinin tuotantoa. Dopamiini lisää hyvänolontunnetta.

Toiset aineet voivat sitoutua reseptoreihin, ikään kuin tukkien tien välittäjäaineilta. Esimerkiksi monet masennuslääkkeet toimivat näin. Usein ne estävät välittäjäaine serotoniinin takaisinottoa lähettävään hermosoluun. Tästä johtuen serotoniinia jää tavallista enemmän synapsirakoon, jolloin sen vaikutus voi kestää pidempään ja näin sen on oletettu lisäävän ihmisen mielihyvän tunnetta. Välittäjäaineiden vaikutus ei kuitenkaan aina ole selvä, ja esimerkiksi edellä mainittua oletusta serotoniinin ja masennuksen välisestä syy-seuraussuhteesta on myös kritisoitu.

Hermoston plastisuus

Hermoston **plastisuus** eli muovautuvuus tarkoittaa aivojen jatkuvaa muokkautumista ja muuntumista. Solutasolla tämän muovautuvuuden taustalla on muutokset hermosolujen välisissä yhteyksissä. Aina kun opimme uutta tai luomme uusia muistoja, hermostomme synapseissa tapahtuu muutoksia. Oppimistilanteissa aivoissamme syntyy siis joko uusia hermosoluyhteyksiä tai jo olemassa olevat yhteydet vahvistuvat tai karsiutuvat. Tästä syystä esimerkiksi harjoiteltu taito, paljon muisteltu muisto tai kerrattu asia tallentuu vahvasti. Oppimisen ja muistamisen hermostollisessa perustassa keskeistä on siis muutokset synapsien toiminnassa.

Uusien yhteyksien lisäksi usein käytettyjen synapsien toiminta tehostuu. Ilmiötä, jossa jokin hermosolu muuttaa toimintaansa herkemmäksi vastaanottamaan hermoimpulsseja toiselta hermosolulta, kutsutaan nimellä **kestokorostuminen**. Kestokorostumisessa useiden hermoimpulssien sarja synapsissa voi muokata hermosolun toimintaa niin, että hermoimpulssin kulku hermosolusta toiseen helpottuu. Näin aktiivisesti käytössä oleva synapsiyhteys vahvistuu. Ensimmäisenä synapsien vahvistumisen periaatteen kuvasi kanadalainen psykologi **Donald O. Hebb** (1904–1985). Hän tutki jo 1930- ja 40-luvuilla hermoston toimintaa uraauurtavalla tavalla. Häntä pidetään yhtenä neuropsykologian historian keskeisistä hahmoista.

Hermoston yhteyksien kokonaisuus on jatkuvasti muuttuva. Hermosto pystyy jatkuvasti muovautumaan ja muuttumaan ihmisen toiminnan perusteella. Hermoston plastisuus on suurinta ihmisen kehityksen varhaisvaiheissa, mutta se säilyy myös myöhemmissä ikävaiheissa. Hermoston plastisuuteen perustuu esimerkiksi aivovaurion jälkeinen kuntoutus. Esimerkiksi liikeaivokuoren vauriosta kärsivää henkilöä voidaan kuntouttaa vähitellen erilaisella liikkumisella. Parhaassa tapauksessa kuntoutustoimet ja liikkeet saavat vähitellen aikaan myös aivojen muovautuvuutta, jolloin muut aivoalueet voivat korvata vaurioituneen alueen toimintaa. Uusia synapseja syntyy hermostossa päivittäin läpi koko elämän.

Hormonit ovat elimistön viestinviejiä

Hermosto ja välittäjäaineet eivät ole kehon ainoita viestinviejiä. Hermoston lisäksi kehossa on vielä toinenkin viestintä- ja säätelyjärjestelmä. **Umpieritysjärjestelmä** on elimistön viestinnän ja säätelyn kannalta keskeinen järjestelmä, joka tuottaa hormoneja.

Hormoni on elimistössä tuotettu kemiallinen välittäjäaine, joka kulkeutuu kohdesoluihin pääosin verenkierron välityksellä. Osa hormoneista on myös välittäjäaineita. Hormoneja tuottavia soluja on erityisesti umpirauhasissa, mutta myös muualla kehossa. **Umpirauhanen** on rauhanen, jonka tuottamat hormonit vapautuvat suoraan verenkiertoon ja kulkeutuvat sitä kautta kaikkialle elimistöön, erityisesti aivoihin. Aivoissa umpirauhasia ovat esimerkiksi hypotalamus, aivolisäke ja käpyrauhanen. Aivojen ulkopuolella hormoneja erittäviä umpirauhasia ovat muun muassa kilpirauhanen, lisäkilpirauhanen, haima, lisämunuainen

Testosteroni ja estrogeeni ovat sukupuolihormoneja, joiden vaikutus lisääntyy erityisesti murrosiän muutosten yhteydessä. Ne vaikuttavat esimerkiksi karvoituksen kasvuun, äänen muutoksiin ja sukukypsyyden saavuttamiseen.

sekä lisääntymiselimistön rauhaset eli kivekset ja munasarjat.

Hermosto ja umpieritysjärjestelmä toimivat jatkuvassa vuorovaikutuksessa ja yhteistyössä. Ne toimivat kuitenkin hyvin eri nopeuksilla. Välittäjäaineiden toiminta synapseissa on hyvin nopeaa verrattuna hormonien vaikutuksiin kehossa. Esimerkiksi murrosikään tai kasvamiseen liittyvät kehon muutokset ovat pitkäaikaisia ja hitaita tapahtumia, jotka edellyttävät muutoksia monissa kehon osissa. Suoraan verenkiertoon ja sieltä koko elimistöön kulkeutuva hormoni sopii tässä tilanteessa kehon muutoksia tuottavaksi viestinviejäksi välittäjäainetta paremmin.

Traumaattiset, järkyttävät tapahtumat synnyttävät kehossa voimakkaan stressivasteen, joka on havaittavissa kehon stressihormonipitoisuuksissa. Yhdysvaltalaisen pop-artisti Ariana Granden konsertissa Manchesterissa tapahtui pommi-isku toukokuussa 2017. Järkyttyneet ihmiset surivat yhdessä nuoria uhreja kukka- ja pehmolelumeren ääressä.

Sen sijaan äkillisen, mahdollisesti vaarallisen äänen kuullessasi on selviytymisen kannalta mielekästä, että käytössä on järjestelmä, jonka aktivoituminen mahdollistaa vaaraan reagoinnin hyvin nopeasti. Välittäjäaineet mahdollistavat tämän. Hormonin tuottaminen rauhasessa, hormonin erittäminen verenkiertoon sekä kuljettaminen veren välityksellä pään ja silmän liikkeitä säätelevien lihasten alueelle olisi aivan liian hidasta, jos äkillinen ääni olisi ollut merkki esimerkiksi jonkinlaista reagointia edellyttävästä vaaratilanteesta.

Hormonit vaikuttavat yksilön toimintaan monella tavalla, ja juuri siksi ne kiinnostavat myös psykologeja. Esimerkiksi stressihormonit **adrenaliini** ja **kortisoli** vaikuttavat ihmisen kehossa mahdollisten vaaratilanteiden aikana. Kuten monet muut aineet myös adrenaliini toimii sekä välittäjäaineena että hormonina. Hormonina adrenaliini nostaa verenpainetta ja esimerkiksi lisää keuhkojen toimintakapasiteettia vaaratilanteen uhatessa. Kortisolin tärkeitä tehtäviä hormonina ovat veren sokeripitoisuuden pitäminen korkealla stressaavan tilanteen aikana ja elimistön aineenvaihdunnan kiihdyttäminen, jotta ihminen pysyy toimintakykyisenä mahdollisessa vaaratilanteessa. On kuitenkin havaittu, että jatkuva stressin kokeminen pitää kehon kortisolitason korkealla ja aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia esimerkiksi uneen ja muistamiseen. Hormonit ovat siis monin eri tavoin osa ihmisen kehitystä ja toimintaa.

Jos välittäjäaineiden toimintaa verrattaisiin älypuhelimella lähetettyyn pikaviestiin, hormonien toimintaa voisi kuvata postin kautta lähetettyyn kirjeeseen. Kirjeen lähettäminen on pikaviestiin verrattuna hitaampi viestintätapa, mutta toisaalta se saattaa olla erityisempi ja vaikutuksiltaan pitkäaikaisempi kuin pikaviesti. Nämä eri viestintäkeinot palvelevat siis elimistön toiminnassa eri tarkoituksia.

TEHTÄVÄT

1. Määrittele seuraavat käsitteet:

a) ajallinen summautuminen

b) paikallinen summautuminen.

2. Sulje kirja ja yritä piirtää ulkomuistista tyhjälle paperille synapsin rakenne. Nimeä piirrokseen synapsin eri osat niin hyvin kuin osaat. Kun olet saanut piirrokseen niin paljon tietoa kuin tällä hetkellä muistat, pane piirros pois näkyviltä. Avaa oppikirja sivulta 54 ja kertaa synapsin rakenne. Mitä osia unohdit? Mitä piirsit virheellisesti? Kun uskot muistavasi piirroksestasi vielä puuttuvat rakenteet, sulje kirja ja täydennä piirrostasi. Toista nämä vaiheet niin monta kertaa, kunnes piirroksesi sisältää kaikki synapsin keskeiset rakenteet.

3. Palauta mieleesi, mitä opit lukion ensimmäisellä psykologian kurssilla oppimisesta. Pohdi, miten eri oppimisen lajit saattaisivat näkyä hermoston toiminnan tasolla.

4. ”Hermosolujen toiminta perustuu sähköiseen viestinvälitykseen.” Korjaa väite luvun tietojen perusteella.

5. Etsi internetistä lisätietoa kehon viestiaineista. Muista lähdekriittisyys.

a) Etsi ja listaa kaksi viestiainetta, jotka luokitellaan ainoastaan hormoneiksi, kaksi, jotka luokitellaan ainoastaan välittäjäaineiksi ja kaksi, jotka luokitellaan molemmiksi.

b) Merkitse listaan myös esimerkkejä siitä, minkälaiseen elimistön toimintaan viestiaine liittyy.

Keskeiset käsitteet

- hermosolu
- hermoimpulssi
- synapsi
- välittäjäaine
- reseptori
- kaikki tai ei mitään -periaate
- plastisuus
- hormoni

II JAKSON PROJEKTITEHTÄVÄT

AIVOVAURIOPOTILAS-TUTKIMUKSET

Miten aivovaurio voi vaikuttaa ihmisen elämään?

Aivotoiminnan ja kognitiivisten toimintojen välistä yhteyttä on tutkittu aivovauriopotilailla. Ennen nykyaikaisten EEG:n ja fMRI:n kaltaisten aivotutkimusmenetelmien kehittymistä tutkimustieto on perustunut pitkälti tutkijoiden tekemiin potilashavaintoihin. Näiden havaintojen ja potilaan kuoleman jälkeen tehtyjen ruumiinavausten ja aivojen tutkimisen perusteella on kerätty tietoa siitä, mitkä aivojen osa-alueet ovat vaurioituneet. Näin on voitu saada epäsuorasti tietoa siitä, minkä aivoalueen vauriot ovat saaneet aikaan potilaassa tapahtuneita muutoksia.

Aivovauriopotilastutkimukset ovat kartuttaneet runsaasti tietoa psykologisten ilmiöiden hermostollisesta perustasta. **Neurologia** on lääketieteen osa-alue, jossa tutkitaan hermoston vaurioiden aiheuttamia muutoksia yksilön toiminnassa ja jossa myös pyritään kuntouttamaan potilasta. Monet aivojen vaurioita tarkastelleet neurologit, kuten **Oliver Sacks** (1933–2015), ovatkin kuvanneet aivovauriopotilaiden toimintaa populaaristi, ja samalla kunnioittavasti ja inhimillisesti.

Nykyään aivokuvantamismenetelmien avulla saadaan tärkeää tietoa siitä, mitkä aivoalueet ovat mahdollisesti vaurioituneet ja millä tavalla erilaisia kuntoutustoimenpiteitä voi alkaa toteuttamaan. Aivojen vaurion aiheuttamat toiminnan muutokset voivat olla monenlaisia. Olennaista ja yhteistä kaikille on se, että potilaan hoito ja kuntoutus suunnitellaan mahdollisuuksien mukaan.

TEHTÄVÄT

1. Etsi tietoa psykologian ja neurologian historian kuuluisista tapaustutkimuksista. Tietoa löytyy kirjoista, videoista ja internetistä.

Kirjoja:

- Oliver Sacks: *Mies joka luuli vaimoaan hatuksi*
- Oliver Sacks: *Antropologi Marsissa*
- Petri Paavilainen: *Toimivat aivot – Kognitiivisen neurotieteen perusteita*
- *Motiivi 1–3*

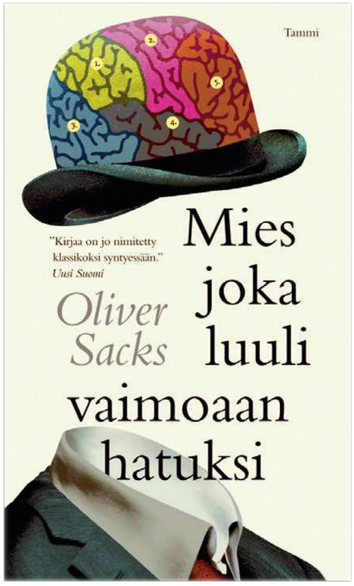
Hakusanoja videoille:

- *Mitä aistiharhat paljastavat mielestämme?*
- *Oliver Sacks lost mariner*
- *Mies joka luuli vaimoaan hatuksi*

Hakusanoja internet-lähteille: *famous cases neuroscience, tapaustutkimus, neurologia, psykologia*

2. Laadi tiedonhakusi perusteella katsaus kahdesta kuuluisasta potilastapauksesta. Selvitä katsauksessasi ainakin seuraavat asiat:

- Miten neurologiset vauriot vaikuttivat potilaan jokapäiväiseen toimintaan?
- Millaista tärkeää tietoa hermoston toiminnasta ja kognitioista tapauksesta saatiin?
- Miten vauriota kuntoutettiin?


Tammi
"Kirjaa on jo nimitetty klassikoksi syntyessään."
Uusi Suomi
Oliver Sacks
Mies joka luuli vaimoaan hatuksi

KESKUSTORI
FRENCKELL
FINLAYSON
ANTTILA
PLEVNA
TILAA 207
Fysio
finla
JAMES
CONTRASEC OY
goto

(c) Kuvasto, 2017.

III

KOGNITIIVISET PERUSTOIMINNOT

6 *Havaitseminen* **64**

7 *Tarkkaavaisuus* **74**

8 *Lyhytkestoinen muisti* **84**

9 *Pitkäkestoinen muisti* **98**

• *Projektitehtävät: Kognitiivisen ja neuropsykologisen tiedon soveltaminen* **112**

Yllättävät, epätavanomaiset ja odotusten vastaiset ärsykkeet kiinnittävät tarkkaavaisuutemme sekä herättävät ajatuksia ja tunteita. Taiteilija Kaarina Kaikkosen (s. 1952) installaatio *Varjo* koostui 345 takista, jotka ripustettiin Finlaysonin alueelle Tampereelle vuonna 2015.

6 HAVAITSEMINEN

Aistiminen ja havaitseminen

Miltä sinusta tuntuisi, jos aistisi eivät yhtäkkiä toimisi? Et siis näkisi, kuulisi, haistaisi, maistaisi tai tuntisi juuri mitään. Psykologiassa on tehty kokeita, joissa vapaaehtoiset koehenkilöt on eristetty aistiärsykkeistä. Näissä sensorisen deprivaation eli aistiärsykkeiden puuttumisen kokeissa tutkittiin sitä, miten aistiärsykkeiden puuttuminen vaikuttaa ihmisen psyykkiseen toimintaan. Useat koehenkilöt ahdistuivat kokeessa maattuaan tunteja liikkumatta ilman aistiärsykkeitä. Lisäksi monet kokivat hallusinaatioita, kuten olemattomia ääniä, kuvia tai valoja. Kokeet osoittivat, kuinka tärkeää aistitieto on ihmisen toiminnalle ja tietoisuuden ylläpitämiselle.

Aisti tarkoittaa eliön kykyä tehdä havaintoja. Eri eläinlajeille on evoluution myötä kehittynyt erilaisia ominaisuuksia sen mukaan, mikä on palvellut kunkin eläinlajin selviytymistä parhaiten. Ihmisillä näkö on kehittynyt hyvin keskeiseksi aistiksi. Sitä hyödynnetään jatkuvasti jokapäiväisessä toiminnassa. Toisille lajeille tärkeimpiä aisteja saattavat olla esimerkiksi haju- tai tuntoaisti. Joillakin lajeilla on myös aisteja, joita ihmisillä ei ole lainkaan. Esimerkiksi kalkkarokäärmeillä on havaittu infrapuna-aisti, ja linnut pystyvät aistimaan magneettikenttiä ja käyttämään näin saamaansa aistitietoa apuna suunnistamisessa.

Aistiminen on jonkin ärsykkeen vastaanottamista aistinelimillä, kuten korvilla, silmillä tai iholla. **Havaitseminen** puolestaan tarkoittaa merkityksen ja tulkintojen antamista aistinelinten vastaanottamalle tiedolle. **Havainto** on siis tulkinta, joka syntyy, kun aistien vastaanottamaa tietoa käsitellään aivoissa. Kevyen paineen tunteminen käsivarrella tai kirkkaan välähdyksen näkeminen ovat esimerkkejä aistimisesta. Havaitsemista puolestaan kuvastaa se, että ihminen tulkitsee nämä aistihavainnot esimerkiksi miellyttäväksi kosketukseksi tai yllättäväksi puhelimen kameran salamavaloksi. Aistimme siis ärsykkeitä, kuten ääniä tai kipua, mutta havaitsemme asioita, kuten puhetta tai pistoksen.

Erottelu aistimiseen ja havaitsemiseen auttaa ymmärtämään, miksi eri ihmiset havaitsevat samoja ärsykkeitä eri tavalla. Esimerkiksi jokin näköärsyke, jota kaksi henkilöä katselee, saattaa tuottaa heissä samankaltaista aistimista. Merkitykset ja tulkinnat, joita henkilöt antavat kyseiselle ärsykkeelle, voivat kuitenkin erota toisistaan paljon. Toinen henkilöistä saattaa kertoa, että vaalea auto kaahasi raivokkaasti heidän ohitseen, kun taas toinen kuvailee kermanvärisen citymaasturin kruisailleen ohi.

Havaitsemme asioita aistitiedon ja aiempien kokemusten perusteella. Usein nämä havainnot tuottavat luotettavan käsityksen ympäristöstä, jossa toimimme, mutta eivät aina. Havainnot voivat tuottaa myös virheellistä tietoa ympäristöstä. Voisikin ajatella, että emme havaitse maailmaa sellaisena kuin se on, vaan sellaisena, joka palvelee parhaiten selviytymistämme.

Aisteja ja niiden toimintaa tutkitaan eri aloilla, esimerkiksi biologiassa, fysiikassa ja lääketieteessä. Aistiminen ja havaitseminen kiinnostavat myös psykologeja, sillä kognitiivinen toimintamme tapahtuu käsittelemämme aistitiedon varassa.

TUTKI JA POHDI!

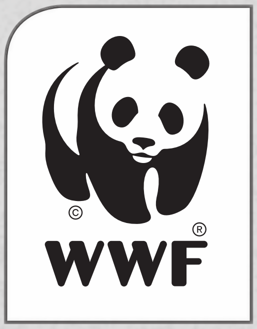
Miten havainnot jäsentyvät?

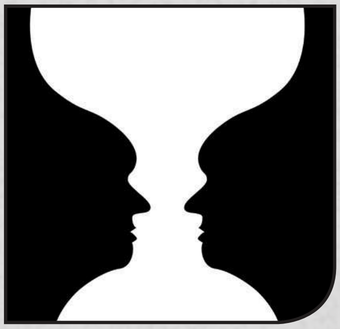
Ärsykkeiden jäsentämiseen havainnoiksi vaikuttavat sekä synnynnäiset että opitut tavat. Ota selvää, miten havaintojen jäsentymistä on selitetty?

a) Tutki oheisia kuvia. Mitkä pinnat nähdään kuvioina ja mitkä taustana? Pohdi, mistä tämä voisi johtua.

b) Ota selvää, millaisia kulttuurieroja tutkimuksissa on havaittu kuvion ja taustan hahmottamisessa. Hakusanat: *cultural variation in eye movements during scene perception*

c) Miten syvyyshavainto muodostuu? Selitä hankkimasi tiedon avulla. Hakusanat: *syvyysnäkö, monokulaariset syvyysvihjeet, binokulaariset syvyysvihjeet*





AISTITIEDON TYYPPEJÄ

visuaalinen: näköaistiin liittyvä, näönvarainen

spatiaalinen: avaruudellisiin ominaisuuksiin liittyvä

auditiivinen: kuuloaistiin liittyvä, kuulonvarainen

Millä tavoin tanssiessa hyödynnetään eri aistien kautta saatavaa tietoa?

Aistimisen ja havaitsemisen hermostollinen perusta

Aistinelin on sellainen ihmisen kehon osa, joka vastaanottaa aistitietoa. Ihmisen aistinelimet ovat silmät, korvat, nenä, kieli, iho ja korvan tasapainoelin.

Aistinelimet ovat täynnä aistinreseptoreita. **Aistinreseptori** tarkoittaa solua, joka ottaa vastaan ärsykkeitä ja muuntaa ne hermoimpulsseiksi. Aistinreseptoreja on aistinelinten lisäksi muualla elimistössä. Esimerkiksi kipua aistivia aistinreseptoreja on lähes kaikissa elimistön rakenteissa. Aistinreseptorien vastaanottamaa tietoa ympäristöstä tai elimistön sisäisestä tilasta kutsutaan myös sensoriseksi tiedoksi. **Sensorinen** tarkoittaa aisteihin tai aistimuksiin liittyvää.

Aistitiedon kulkeutuminen aivoihin on erittäin nopeaa, vaikka matkan varrella on monia vaiheita. Aistiminen käynnistyy, kun aistinreseptorit ottavat vastaan tietoa ympäristöstä. Ärsyke muunnetaan hermoimpulssiksi, jonka avulla tieto kulkee hermoja pitkin joko suoraan aivoihin tai selkäytimen kautta aivoihin. Esimerkiksi tuntoaistimus iholta välitetään ihohermoja pitkin selkäytimeen ja sieltä aivoihin, kun taas näkötieto kulkee näköhermoa pitkin suoraan aivoihin.

Aivoissa ensimmäinen tärkeä alue aistitiedon käsittelylle on aivorunko. Sen läpi kulkee suurin osa aistien vastaanottamasta tiedosta. Tämän jälkeen aistitieto kulkee eteenpäin pääosin talamukseen. Talamuksesta aistitieto välitetään aivokuorelle, jossa sitä käsitellään ensin ensisijaisilla asitialueilla.

Muilla aivokuoren alueilla aistitietoa käsitellään edelleen ja yhdistetään muuhun tietoon. Esimerkiksi kuulotiedon käsittelyssä kuuloaivokuorella prosessoidaan äänen peruspiirteitä, kuten voimakkuutta, korkeutta ja kestoa. Kuuloaivokuoren lähialueilla puolestaan käsitellään äänen, kuten puheen, monimutkaisempia piirteitä. Lisäksi muilla aivokuoren alueilla kuulotietoa yhdistellään esimerkiksi näkötietoon, kuten tietoon puhujan huulten liikkeistä.

Aistitiedon lisäksi havainnon muodostumiseen vaikuttavat esimerkiksi skeemat, muistot ja autonomisen hermoston reaktiot. Tästä syystä useat eri hermoston osat aktivoituvat havaitsemisen aikana. Esimerkiksi muistoille ja tunteille tärkeä mantelitumake ja muut limbisen järjestelmän osat voivat aktivoitua.

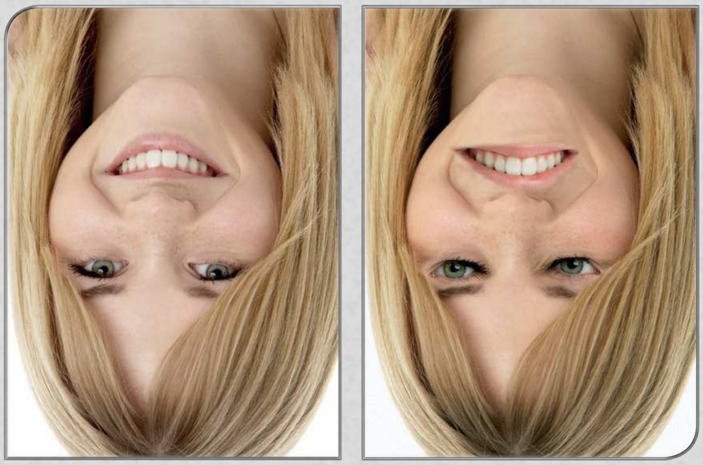
TUTKI JA POHDI!

Miksi ihminen on erikoistunut havaitsemaan kasvoja ja toimintaa?

Etsi internetistä seuraavia havainnollistuksia ja tietoa niistä: kuvagallerioita hakusanoilla *"I see faces"*, animaatio hakusanoilla *"Heider & Simmel animation"* sekä video hakusanoilla *"Gunnar Johansson motion perception"*.

a) Pohdi, mitä nämä havainnollistukset kertovat ihmisen havainnoinnin erityispiirteistä. Miksi havaitsemisessamme on tällaisia ominaisuuksia?

b) Ota selvää kasvoja koskevan tiedon prosessoinnista. Hakusanat: *kasvot, havaitseminen, aivot*



Ihmiset ovat erikoistuneet havaitsemaan nopeasti toisten ihmisten kasvoja. Koska kasvot näkyvät ympäristössämme yleensä oikeinpäin ja harvoin ylösalaisin, on ylösalaisin olevien kasvojen tarkkojen piirteiden havainnointi hankalaa. Alun perin Margaret Thatcherin kasvokuvasta laadittu ja siksi hänen nimeänsä kantava kuuluisa Thatcher-illuusio havainnollistaa tätä. Kun käännät kirjan sivun ylösalaisin, huomaat, kuinka toista kuvaa on muokattu. Muokatut kasvot eivät ylösalaisin katsottuna kuitenkaan herätä yhtä voimakasta vaikutelmaa siitä, että jotakin on pielessä.

Moniaistinen havaitseminen

Aisteista puhutaan arkikielessä usein siten, että ne olisivat toisistaan erillisiä. Samoin havaitsemista kuvataan usein johonkin aistinelimeen viittaavalla sanalla. Puhutaan esimerkiksi näöstä ja näkemisestä, kuulosta ja kuulemisesta sekä hajusta ja haistamisesta, mutta harvemmin kokonaisvaltaisesta havaitsemisesta. Aistit eivät kuitenkaan toimi irrallisina toisistaan, vaan havaitsemisessa hyödynnetään jatkuvasti useita aisteja. Tästä ilmiöstä käytetään nimitystä **moniaistinen havaitseminen**.

Esimerkiksi puheen havaitsemista tutkittaessa on osoitettu, että havaitseminen ei yleensä perustu ainoastaan kuuloaistiin. Mitä enemmän hälyä tai muita häiriötekijöitä ympärillä on, sitä merkittävämpi rooli näköaistilla on. Kasvojen ja kielen liikkeet sekä ilmeet ja eleet antavat esimerkiksi meluisassa ruokalassa usein tärkeää lisätietoa, jonka avulla puhetta on helpompi ymmärtää. Pelkkä näkötieto ei kuitenkaan useimmiten riitä puheen ymmärtämiseen, sillä monien äänteiden tuottaminen näyttää samalta.

Moniaistinen havaitseminen havainnollistuu esimerkiksi siinä, että värit vaikuttavat voimakkaasti ruoan ja juoman kokemiseen. Väriä muuntelemalla voi vaikuttaa makuhavaintoon. Esimerkiksi lisäämällä punaisuutta appelsiinimehuun mehu saattaa maistua makeammalta, vaikka siihen ei ole lisätty sokeria.

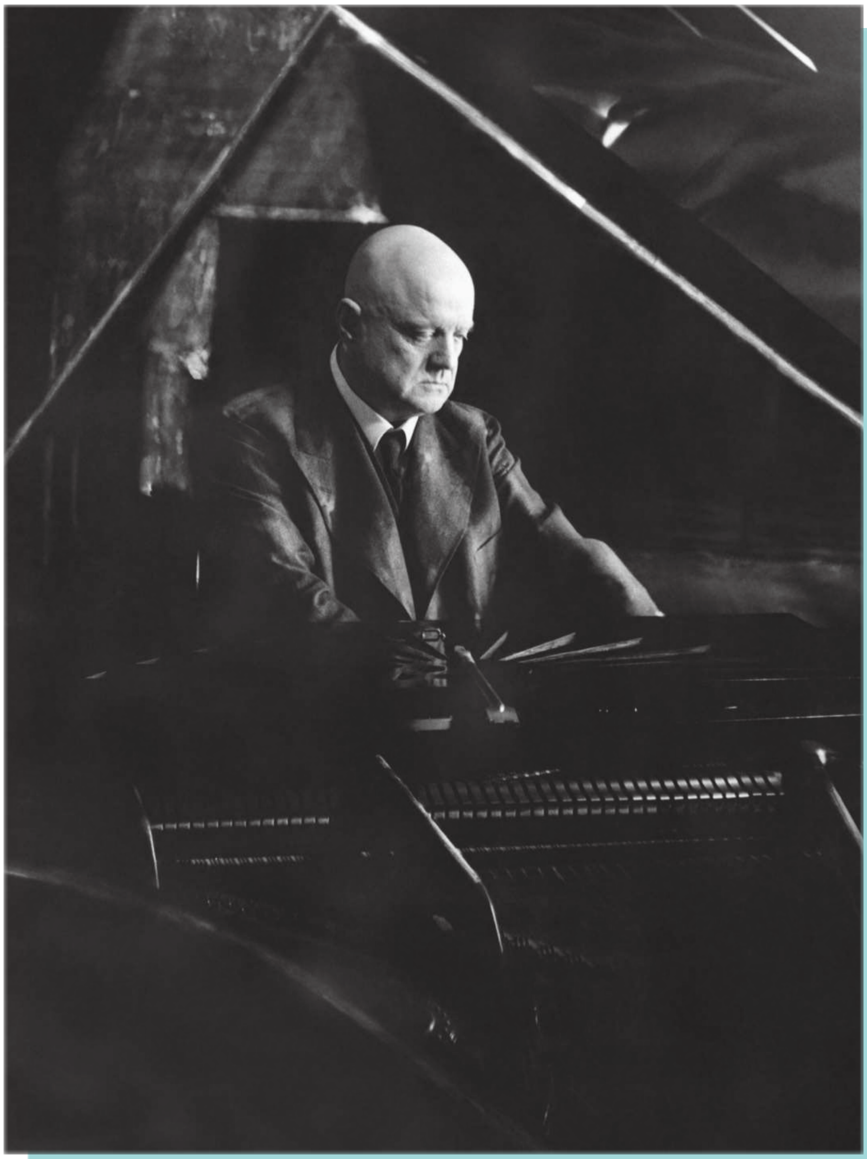
TAPAUSESIMERKKI

Havaitsemisen psykologian klassikkokokeessa vuonna 1976 McGurk ja MacDonald esittivät koehenkilöille videokuvaa naishenkilön kasvoista lausumassa tavuja. Nainen toisteli videolla *ga*-tavua, mutta videon ääniraita olikin korvattu *ba*-tavun toistelulla. Koehenkilöt siis saivat visuaalisesti *ga*-tavua vastaavaa, mutta auditiivisesti *ba*-tavua vastaavaa tietoa.

Koehenkilöt raportoivat kuulleensa naisen toistelevan selkeästi *da*-tavua. Koehenkilöt olivat havainnostaan hyvin varmoja, eivätkä he kokeneet tilanteessa minkäänlaista ristiriitaa. Nähdessään aidon alkuperäisen videon koehenkilöt tunnistivat kuitenkin oikein *ga*-tavun. Samoin kuultuaan pelkän ääniraidan he tunnistivat kuulleensa *ba*-tavun. Ristiriitaisen näkö- ja kuulotiedon yhdistäminen kuitenkin tuotti koehenkilöillä havainnon, joka ei ollut täysin yhtenevä kummankaan aistitiedon kanssa, vaan se oli ikään kuin niiden yhdistelmä.

Tämä puheen havaitsemisen moniaistisuutta havainnollistava illuusio eli harha tunnetaan nimellä **McGurk-efekti**. Efekti tapahtuu normaalisti aistivilla koehenkilöillä aina samanlaisena, vaikka he tietäisivät etukäteen, mitä kokeessa tapahtuu. Tieto ärsykkeiden ristiriitaisuudesta ei siis riitä kumoamaan efektiä. Ristiriitaisen näkö- ja kuulotiedon käsittely voi saada aikaan havainnon, joka ei vastaa täysin kumpaakaan aistitietoa. Ilmiö osoittaa aistimuksen ja havainnon eron sekä havaitsemisen moniaistisuuden.

Erilaisten aistitietojen yhdistämisestä on paljon hyötyä. Moniaistisen havaitsemisen tuottama kokonaishavainto on monipuolisempi ja tarkempi kuin yhden aistin avulla luotu havainto. Usean aistin hyödyntäminen samanaikaisesti myös nopeuttaa havaitsemista ja vähentää siihen liittyviä virheitä. Se on siten edistänyt yksilöiden selviytymistä lajinkehityksen aikana.



Synestesia tarkoittaa aistien sekoittumista. Synesteetikko saattaa esimerkiksi tuntea äänteitä makuina. Tyypillisin synestesian muoto on kirjainten, numeroiden, viikonpäivien, sointujen tai sävelkorkeuksien liittyminen väriaistimuksiin. Synesteetikkoja tutkittaessa on havaittu, että esimerkiksi aivojen näkökeskuksen tietyt osat aktivoituvat, kun henkilö kuulee sanoja. Säveltäjä Jean Sibeliuksen kerrotaan olleen synesteetikko.

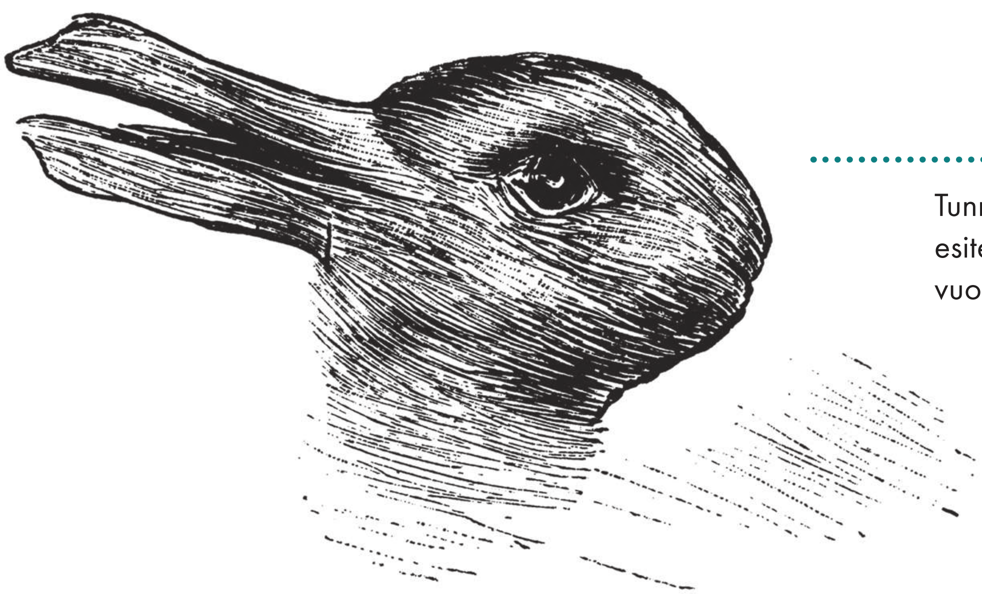
Kontekstin vaikutus havaintoihin

Katso sivun alareunassa olevaa kuvaa. Mitä se mielestäsi esittää? Osa näkee kuvassa ensimmäiseksi ankan, osa pupun. Kun on kerran nähnyt yhden näistä, saattaa olla hankalaa muuttaa tarkastelutapaa niin, että näkeekin toisen eläimen.

Mitä tapahtuisi, jos kuvassa olisi kasa pääsiäismunia eläimen ympärillä? Moni saattaisi tällöin nähdä kuvassa pupun, koska on tottunut yhdistämään pääsiäismunat ja pääsiäispupun toisiinsa. Jossain toisessa yhteydessä munat voisi liittää ankkaan, koska ankat munivat. Pääsiäiseen liittyvät muistot ja opitut kokemukset voivat kuitenkin vaikuttaa havaitsemiseen niin, että kuvassa näkisi ensisijaisesti pupun eikä ankkaa.

Esimerkki havainnollistaa sitä, miten konteksti ja sen virittämät skeemat vaikuttavat havaintoihimme. **Konteksti** tarkoittaa ympäristöä ja olosuhteita, joissa havaitsemisen kohde on. Havaitseminen on aistitiedon ja skeemojen ohjaamaa. Havaintokehän mukaisesti tilanteessa aktivoituvat aiemmin muodostuneet skeemat, ja ne suuntaavat tarkkaavaisuutta ja havaitsemista ja ohjaavat siten tiedonhakua. Skeemojen merkitys havaitsemisessa korostuu erityisesti sellaisissa tilanteissa, joissa kohteet ovat moniselitteisiä tai havaitsemisolosuhteet heikot, kuten hämärässä.

Kontekstissa ei ole kyse ainoastaan ulkoisista ympäristötekijöistä, kuten paikasta tai kulttuurista. Myös oma olo- ja tunnetila vaikuttavat havaintoihin. Tutkimuksissa, joissa koehenkilöitä on pyydetty arvioimaan edessä olevan mäen kaltevuutta, on havaittu esimerkiksi väsymyksen, terveydentilan ja kunnon vaikuttavan arvioon. Jos koehenkilö koki itsensä väsyneeksi, huonokuntoiseksi tai sairaaksi, hän arvioi edessä olevan mäen jyrkemmäksi kuin sellainen koehenkilö, joka koki itsensä virkeäksi, hyväkuntoiseksi tai terveeksi. Tällaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että yksilön tulkinta omasta tilanteestaan, ominaisuuksistaan ja toimintakyvystään vaikuttaa havainnon muodostumiseen. Myös tunteet ja mieliala vaikuttavat havaitsemiseen. Koehenkilöt, joille oli alustettu surullisuuden tunteita, arvioivat edessä



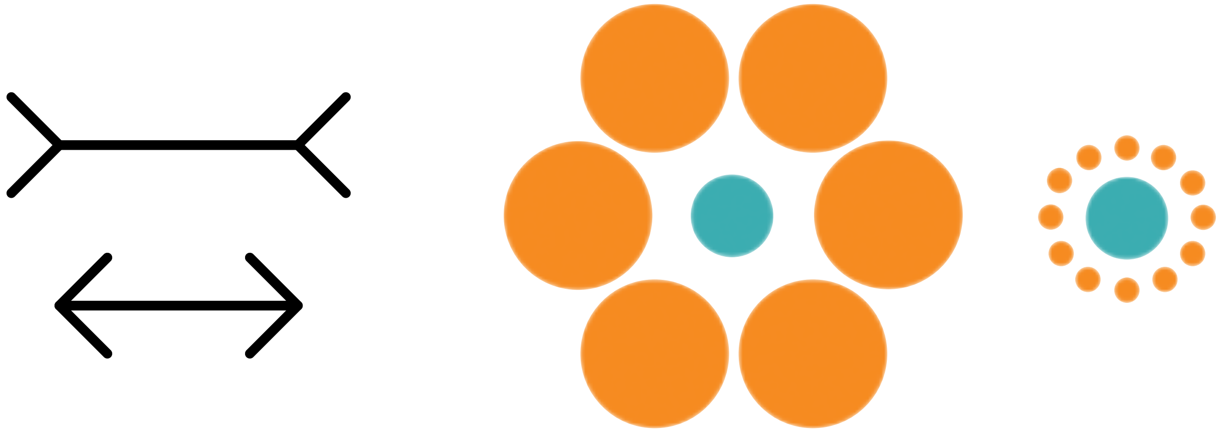
Tunnettu pupu–ankka -illuusio esitettiin ensimmäisen kerran vuonna 1892.

olevan mäen jyrkemmäksi kuin koehenkilöt, joille oli alustettu myönteisiä tunteita.

On tyypillistä, että ihmiset uskovat havaitsevansa asioita totuudenmukaisesti ja hyvinkin tarkasti. **Muutossokeus** tarkoittaa näköhavaintoon liittyvää yleistä ilmiötä, jossa ihminen ei huomaa suuria ja ilmeisiäkään muutoksia ympäristössään, jos muutos ajoittuu samanaikaisesti esimerkiksi silmänräpäyksen tai muun vastaavan häiritsevän tekijän kanssa. Eräässä tutkimuksessa koehenkilöt katselivat valokuvia, joiden ominaisuuksia muutettiin koehenkilöiden silmänliikkeiden aikana. Heiltä saattoi tällöin jäädä huomaamatta suuretkin muutokset, kuten hedelmien värin tai kuvissa olevien henkilöiden päiden vaihtuminen. Muutokset aistitiedossa jäävät huomaamatta, jos ihminen ei keskity tarkkaavaisesti kohteeseen.

Havaintoharha eli havaintoilluusio tarkoittaa todellisuuden ja havainnon välistä eroavuutta. Esimerkiksi näkötietoa voidaan tulkita aivoissa siten, että näköaistimuksessa jokin asia vaikuttaa todellisuuden vastaiselta tai mahdottomalta.

Voiko havaitsemiseen siis luottaa? Emme havaitse maailmaa täysin sellaisena kuin se on. On kuitenkin hyvä muistaa, että havaitseminen on kehittynyt sellaiseksi kuin se on, koska se on palvellut esi-isiemme selviytymistä. Sen on täytynyt olla nopeaa ja tehokasta sekä myös aiemmat kokemukset ja opitut asiat huomioivaa. Vaikka havainnot voivat välillä johtaa meitä harhaan, ne ovat kuitenkin toimintamme kannalta usein tarpeeksi tarkkoja ja mahdollistavat monipuolisen toiminnan siinä ympäristössä, jossa olemme.



Vertaile vasemmalla olevien viivojen pituuksia ja oikealla olevien keskusympyröiden kokoja. Eroavatko ne mielestäsi toisistaan? Tarkista arviosi mittaamalla ne. Müller–Lyer -illuusiossa (vas.) viivojen päässä olevien hakasten suunta muuttaa havaintoa täsmälleen samanpituisista viivoista. Ebbinghausin illuusiossa (oik.) ympäröivien kuvioiden koko vaikuttaa havaintoon täsmälleen samankokoisen keskusympyrän koosta. Tämän kaltaiset illuusiot havainnollistavat kontekstin vaikutusta havaintoihin.

Havainnon pysyvyys

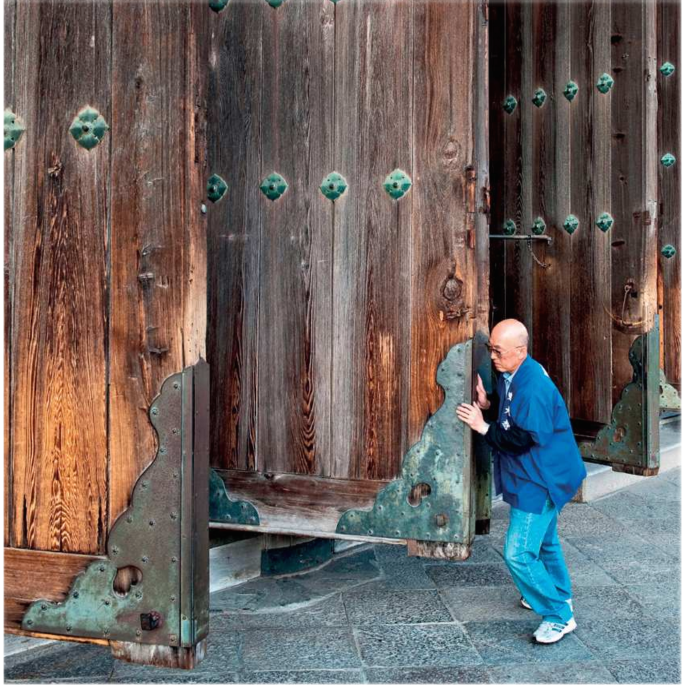
Havaintokonstanssi tarkoittaa havainnon vakioisuutta ja pysyvyyttä. Vaikka havainto-olosuhteet muuttuvat, havaitun kohteen ominaisuuksien tulkitaan pysyvän suunnilleen samoina. Tärkeimpiä havaintokonstansseja ovat koon ja muodon konstanssi sekä vaaleus- ja värikonstanssi.

Koon konstanssi tarkoittaa sitä, että havainto esineen koosta pysyy samana, vaikka katseluetäisyys vaihtelee. Tiedät esimerkiksi, että ystäväsi ei kutistu kauempaa katsottuna, vaikka silmien verkkokalvoille muodostuva kuva ystävästä pieneneekin etäisyyden kasvaessa. Muodon konstanssi puolestaan liittyy siihen, että esineen muoto havaitaan samana riippumatta katselukulmasta. Esimerkiksi viivottimen muoto pysyy likimain samana, vaikka sitä katselisi sivusta.

Vaaleuskonstanssin vaikutuksesta kohteen vaaleusaste havaitaan samana eri valaistuksissa, vaikka erilaisissa olosuhteissa silmiin heijastuu eri määrä valoa. Esimerkiksi auringonpaisteessa lukemasi kirjan sivut näyttävät edelleen valkoisilta, vaikka tulisi pilvistä. Värikonstanssi puolestaan vaikuttaa siten, että kohde näyttää eri valaistuksessa samansävyiseltä. Esimerkiksi banaani näyttää mielestämme tutun keltaiselta, olipa se aseteltu keittiössä valkoisen led-lampun valon vai lämpimän keltaisen hehkulampun valon alle.

Näköaistin lisäksi konstanssin periaate toimii myös muissa aisteissa, kuten kuulossa. Ihminen tunnistaa äidinkielensä sanat samoiksi, vaikka puhujan vaihtuessa myös äänenkorkeus ja puhetapa vaihtuvat.

Havaintokonstanssit eivät ole täydellisiä. Esimerkiksi uusi hiusväri saattaa näyttää eri sävyiseltä kampaamon keinovaloissa kuin ulkona luonnonvalossa. Havaintokonstanssit ovat kuitenkin tärkeitä jokapäiväisessä elämässä. Konstanssien ansiosta ympäristössä havaitaan pysyvyyttä. Ihmisten, esineiden tai muiden vastaavien kohteiden ei koeta muuttuvan jatkuvasti, vaikka aistien kautta tuleva tieto toista viestittäisikin.



Onko kuvassa oleva ihminen kutistunut vai työntääkö hän auki normaalia suurempaa ovea?

Havaitsemisen häiriöitä

Agnosia on aivoperäinen havaitsemisen häiriö, joka ilmenee kyvyttömyytenä tunnistaa tai tulkita sensorista ärsykettä, kuten esineitä, ihmisiä, ääniä, muotoja tai hajuja. Agnosian voi aiheuttaa esimerkiksi aivovamma, kehityshäiriö tai aivojen rappeutuminen esimerkiksi muistisairaudessa. Agnosia ei siis liity älykkyyden, motivaation tai tarkkaavaisuuden heikentymiseen tai muistinmenetykseen.

Agnosian oireet vaihtelevat sen mukaan, mitkä aivoalueet ovat vaurioituneet. Esimerkiksi **kasvosokeus** eli prosopagnosia on häiriö, jossa ihminen ei pysty tunnistamaan ja erottamaan kasvoja toisistaan. Kasvosokeuden tyypillinen syy on vaurio ohimolohkon alaosassa sijaitsevan kasvojen tunnistamiseen erikoistuneessa alueessa.

TEHTÄVÄT

1. a) Mikä ero on aistimisella ja havaitsemisella?

b) Valitse jokin harrastuksesi tai muu asia, jota teet usein. Keksi esimerkkejä, minkälaista aistimista tai havaitsemista harrastuksesi edellyttää.

2. Mitkä aivoalueet ovat erityisen keskeisiä aistitiedon vastaanottamisessa ja käsittelyssä?

3. a) Mitä on moniaistinen havaitseminen?

b) Pohdi, miksi huulilta lukeminen on varsin haastavaa. Pohdi myös, minkälainen ärsyketieto tukee sen onnistumisessa.

4. Miten eri tavoin konteksti voi vaikuttaa havaintoon?

5. a) Mitä värikonstanssilla tarkoitetaan? Voit hakea lisätietoa ja kiinnostavia kuvia internetistä. Hakusanoja: *color, constancy*

b) Etsi ainakin kaksi erilaista illuusiota tai havainnollistusta, jotka liittyvät värikonstanssiin.

6. Ota selvää erilaisista agnosioista:

a) sanasokeus

b) yhdistelyagnosia

c) kuuloagnosia

d) taktiilinen agnosia.

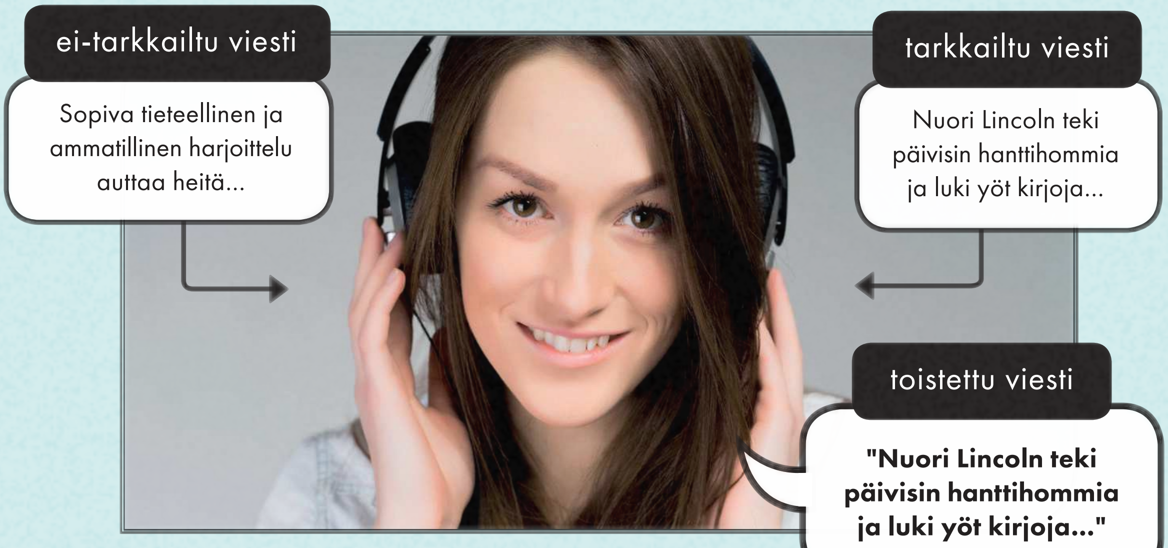
Keskeiset käsitteet

- aistiminen
- havaitseminen
- aistinelin
- aistinreseptori
- moniaistinen havaitseminen
- konteksti
- havaintokonstanssi
- agnosia

7 TARKKAAVAISUUS

TAPAUSESIMERKKI

Miten on mahdollista kuunnella haluamaansa keskustelua, kun useat ihmiset puhuvat ympärillä samaan aikaan? Tämä on niin sanottu **coctailkutsu-ongelma**, jota englantilainen psykologi **Colin Cherry** (1914–1979) tutki vuonna 1953. Tutkimusmenetelmänään Cherryllä oli **dikoottisen kuuntelun koe**. Siinä koehenkilön oikeaan ja vasempaan korvaan lähetettiin kuulokkeista samanaikaisesti eri puhetta ja koehenkilön piti seurata toiseen korvaan tullutta tarinaa ja toistaa se samalla ääneen. Tehtävä osoittautui kohtuullisen helpoksi. Tutkimuksen päätulos oli kuitenkin se, että koehenkilöt eivät pystyneet jälkikäteen kertomaan juuri mitään vastakkaiseen korvaan tulleen puheen sisällöstä, kuten esimerkiksi siitä, mistä tarina kertoi tai millä kielellä se puhuttiin. Cherryn johtopäätös oli, että vain tarkkailtu kuulotieto käsitellään yksityiskohtaisesti esimerkiksi kielellisen sisällön suhteen. Tämä tutkimus on yksi psykologian klassikkotutkimuksista, ja se on vaikuttanut merkittävästi myöhempiin tarkkaavaisuustutkimuksiin ja -teorioihin.


ei-tarkkailtu viesti
Sopiva tieteellinen ja ammatillinen harjoittelu auttaa heitä...
tarkkailtu viesti
Nuori Lincoln teki päivisin hanttihommia ja luki yöt kirjoja...
toistettu viesti
"Nuori Lincoln teki päivisin hanttihommia ja luki yöt kirjoja..."

Cherryn käyttämä dikoottisen kuuntelun koeasetetelma.
Lähde: Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2009.

Mitä hyötyä tai haittaa älypuhelimesta, tietokoneesta tai muusta digilaitteesta voi olla opiskelutilanteessa? Hyödynnä pohdinnoissasi luvussa annettuja tietoja ja omakohtaisia kokemuksiasi.

Yhdysvaltalainen psykologi **William James** (1842–1910) kuvaili vuonna 1890 tarkkaavaisuutta tavalla, joka on edelleen ajankohtainen. Jamesin mukaan **tarkkaavaisuus** on huomion keskittämistä joihinkin asioihin muiden asioiden jäädessä huomiotta. Tarkkaavaisuuden kohteena voivat olla ulkomaailman ärsykkeet, kuten puhe, tai mielensisäiset asiat, kuten ajatukset ja muistot. Tarkkaavaisuus tehostaa kohteena olevien asioiden käsittelyä, mikä näkyy esimerkiksi siinä, että keskittyminen lisää puheen ymmärtämistä. Tarkkaillut asiat voi havaita tietoisesti, ja ne voi tunnistaa ja muistaa myöhemmin.

Tarkkaavaisuus voi olla tahatonta tai tahdonalaista. **Tahaton tarkkaavaisuus** on passiivista ärsykkeiden ohjaamaa tarkkaavaisuutta. Ärsykkeet voivat vetää tahattomasti tarkkaavaisuuden puoleensa, jos ne ovat esimerkiksi hyvin voimakkaita tai äkkinäisiä tai jos ärsykkeillä on jokin erityinen merkitys. Tahattomasta tarkkavaisuudesta on kyse esimerkiksi silloin, kun kokeeseen lukevan lukiolaisen keskittyminen herpaantuu kännykkäviestin äänestä, joka vetää tahdosta riippumattoman huomion puoleensa.

Tahdonalainen tarkkaavaisuus tarkoittaa puolestaan sitä, että henkilö ohjaa keskittymistään tarkoituksellisesti tavoitteidensa suuntaisesti. Toisin sanoen ihminen valitsee aktiivisesti itse sen, mitä tarkkailee. Esimerkiksi psykologian kokeeseen valmistautuva lukiolainen voi sosiaalisen median sijasta keskittyä oppikirjan lukemiseen, jos haluaa saada kurssista hyvän arvosanan. Tahdonalainen tarkkaavaisuus voi olla valikoivaa tai jaettua tarkkaavaisuutta.

Valikoiva tarkkaavaisuus

Valikoiva tarkkaavaisuus on prosessi, jossa tietoiseen käsittelyyn valitaan aktiivisesti jotain tietoa ja muu tieto jätetään huomioimatta. Toisin sanoen yksilö keskittää tarkoituksellisesti huomionsa tiettyyn asiaan, kuten tekstin lukemiseen. Kyky valikoivaan tarkkaavaisuuteen on tärkeä esimerkiksi siitä syystä, että aivoja jatkuvasti pommittava ärsyketulva on liian suuri tietoisesti havaittavaksi.

Esimerkiksi luokkahuoneessa opiskelija voi kohdata pelkästään kuuloaistin välityksellä lukuisia ärsykkeitä, kuten opettajan ja opiskelutovereiden puheääniä, ilmanvaihdon hurinan ja käytävästä kantautuvan hälinän. Kaikkien aistiärsykkeiden tietoinen käsittely olisi huomattavan hidasta eikä palvelisi tehokasta tavoitteellista toimintaa. Valikoivan tarkkaavaisuuden avulla tietoisesti havaittavaksi voidaan valita itselle merkitykselliset asiat. Se, miten tämä valikointi tapahtuu, on kuitenkin ollut yksi psykologian kiistanalaisimmista kysymyksistä. Seuraavassa esitellään kaksi kilpailevaa teoriaa.

Englantilainen psykologi **Donald Broadbent** (1926–1993) esitti vuonna 1958 tarkkaavaisuudesta **suodatinteorian**. Teorian mukaan ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmässä on valikoiva suodatin, jonka ansiosta vain tarkkaillut aistiärsykkeet voi havaita tietoisesti ja tunnistaa. Suodatin pysäyttää ei-tarkkailtujen ärsykkeiden käsittelyn, jotta ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmä ei ylikuormitu. Suodatinteorian perusteella Cherryn dikoottisen kuuntelun kokeessa koehenkilöt eivät tunnistaneet ei-tarkkailtuun korvaan esitetyn puheen sisältöä siksi, koska tätä tietoa ei ollut käsitelty. Suodatin oli siis estänyt ei-tarkkailtujen kuuloärsykkeiden tietoisen havaitsemisen ja tunnistamisen.

Toinen englantilainen psykologi **Anne Treisman** (s. 1935) ei täysin vakuuttunut Broadbentin suodatinteoriasta. Joidenkin tutkimustulosten mukaan koehenkilöt nimittäin tunnistivat ajoittain myös joitain ei-tarkkailtuun korvaan esitettyjä kuuloärsykkeitä, kuten oman nimensä. Treisman esittikin vuonna 1964 oman teoriansa, joka on nimeltään **suodatinvaimennusteoria**. Teoria olettaa, ettei suodatin pysäytä ei-tarkkailtujen ärsykkeiden käsittelyä kokonaan, vaan se heikentää näiden ärsykkeiden käsittelyä. Tästä johtuen myös itselle tärkeät ei-tarkkaillut ärsykkeet voivat päästä tietoiseen käsittelyyn, jolloin ne voi tunnistaa. Treismanin suodatinvaimennusteorian avulla oli siten mahdollista selittää myös Broadbentin alkuperäiseen suodatinteoriaan sopimattomia tuloksia, joiden mukaan myös ei-tarkkailtuja ärsykkeitä tunnistetaan.

Kyseiset teoriat ovat auttaneet ymmärtämään valikoivaa tarkkaavaisuutta ilmiönä. Kiistely teorioiden välillä on kuitenkin jatkunut vielä 2000-luvullakin. Vaikka Treismanin suodatinvaimennusteoria näyttäisi selittävän paremmin joitain dikoottisen kuuntelun kokeiden tuloksia, myös Broadbentin suodatinteorialla on kannattajansa. Esimerkiksi tutkija Joel Lachter työtovereineen päätyi vuonna 2004 siihen, että Broadbent oli sittenkin oikeassa: ei-tarkkailtuja ärsykkeitä ei voi tunnistaa. Hänen mukaansa päinvastaiset

Millaiset asiat auttavat tai häiritsevät keskittymistäsi julkisissa liikennevälineissä? Pohdi asiaa niin, että hyödynnät psykologista tietoa.

tulokset ovat voineet johtua siitä, että esimerkiksi tahatonta tarkkaavaisuuden siirtymistä ei-tarkkailtuihin ärsykkeisiin ei ole kontrolloitu riittävästi. Näin ollen syy, miksi koehenkilöt näyttivät ajoittain tunnistavan myös ei-tarkkailtuja ärsykkeitä, olisikin se, että he ovat todellisuudessa tarkkailleet näitä ärsykkeitä.

TUTKI JA POHDI!

Mitä meiltä jää huomaamatta?

Tarkkaavaisuuteen liittyy useita ilmiöitä, joista tässä luvussa käsitellään vain osa. Ota internetin avulla selvää tarkkaamattomuussokeudesta ja aiemmin sivulla 71 esitellystä muutossokeudesta.

Hakusanoja: *tarkkaamattomuussokeus, muutossokeus, inattentional blindness, change blindness*

TAPAUSESIMERKKI

Heikentääkö kännykkään puhuminen autoilijan ajokykyä? Tätä kysymystä ovat selvittäneet esimerkiksi yhdysvaltalaiset psykologit David Strayer ja William Johnston vuonna 2001. Koehenkilöiden tehtävänä oli painaa ajosimulaattorissa jarrua mahdollisimman nopeasti aina, kun havaitsivat punaisen valon.

Yhdessä koetilanteessa koehenkilöt keskittyivät vain ajotehtävän suorittamiseen. Toisessa koetilanteessa koehenkilöt kävivät ajotehtävän aikana keskustelua kännykän välityksellä. Kolmannessa koetilanteessa koehenkilöt keskustelivat handsfree-laitteen avulla. Tulosten mukaan koehenkilöt havaitsivat punaisen valon yli kaksi kertaa huonommin silloin, kun osallistuivat puhelinkeskusteluun kuin keskittyessään pelkästään ajamiseen. Lisäksi puhelimessa keskusteleminen hidasti reaktioaikoja niihin punaisiin valoihin, jotka havaittiin. Siinä ei ollut eroa, puhuiko koehenkilö kännykkään vai handsfree-laitteeseen.

Strayerin ja Johnstonin johtopäätös oli, että sekä kännykkään että handsfree-laitteeseen puhuminen heikentää autoilijan ajokykyä ja lisää onnettomuusriskiä. Strayerin ja työtovereiden mukaan (2011) tätä johtopäätöstä tukevat useista muista tutkimuksista saadut tulokset.

Strayerin ja Johnstonin liikennepsykologinen tutkimus havainnollistaa, kuinka hankalaa voi olla keskittyä kahteen asiaan yhtä aikaa.

Jaettu tarkkaavaisuus on prosessi, jossa kahta tai useampaa asiaa pyritään tarkkailemaan samanaikaisesti. Jaetusta tarkkaavaisuudesta käytetään myös nimitystä **multitasking**, jossa useampaa kuin yhtä tehtävää suoritetaan samaan aikaan. Useimmat ihmiset kykenevät esimerkiksi puhumaan puhelimeen ja kävelemään samanaikaisesti, kun taas opettajan kuunteleminen ja muistiinpanojen tekeminen samanaikaisesti voi olla hankalampaa. Mistä tämä johtuu? Miksi toisia tehtäviä on helpompi tehdä samanaikaisesti kuin toisia?

Miten se, että opettaja puhuu samaan aikaan kun opiskelijat tekevät muistiinpanoja, voi vaikuttaa opeteltavan asian ymmärtämiseen ja oppimiseen? Perustele vastauksesi tässä luvussa annettujen tietojen avulla.

Resurssiteoriat olettavat, että aivoissa on yksi rajallinen varasto tarkkaavaisuusresursseja eli -voimavaroja, joita voi jakaa eri tehtävien kesken. Esimerkiksi autolla ajoon ja kännykkään puhumiseen käytettäisiin samoja resursseja. Miten hyvin eri tehtävien samanaikainen suorittaminen onnistuu, riippuu siitä, kuinka paljon resursseja kukin tehtävä vaatii. Yleensä resurssivapaita ovat harjoittelun kautta automatisoituneet tehtävät, kuten kävely. Vaikeat tehtävät sen sijaan sitovat paljon tarkkaavaisuusresursseja, jolloin resurssit eivät välttämättä riitä samanaikaisten tehtävien tehokkaaseen suorittamiseen. Tällöin tehtävien suoritusnopeus ja tarkkuus voivat kärsiä.

Resurssiteorioiden pohjalta voi esimerkiksi ajatella, että kännykkään puhuminen häiritsee kuljettajan ajosuoritusta, koska tehtävät ovat resurssien riittävyyden kannalta liian vaativia samanaikaisesti suoritettaviksi. Resurssiteorioiden avulla ei kuitenkaan voi selittää esimerkiksi sitä, ettei huomattavan vaativienkaan tehtävien samanaikainen suorittaminen välttämättä tuota ongelmia. Tätä varten on kehitetty niin sanottuja moniresurssiteorioita.

Moniresurssiteoriat olettavat, että ihmisen aivoissa on erilliset tarkkaavaisuusresurssit esimerkiksi eri aisteille, kuten näölle ja kuulolle. Tarkkaavaisuuden jakamisen ajatellaan olevan helpompaa, jos tehtävät eivät kilpaile samantyyppisistä resursseista. Moniresurssiteorioiden pohjalta voi ajatella, että esimerkiksi jalkapallo-ottelun seuraaminen katsomossa ja vierustoverin puheen kuunteleminen samanaikaisesti onnistuu, koska tilanteessa näkö- ja kuulotehtävä käyttävät eri resursseja. Sen sijaan esimerkiksi kahden keskustelun seuraaminen yhtä aikaa on hankalampaa, koska molemmat tehtävät käyttävät kuulotiedon käsittelyyn varattuja resursseja. Moniresurssiteorioita on kritisoitu siitä, etteivät ne selitä, miksi esimerkiksi eri aistien välityksellä suoritetut tehtävät voivat häiritä toisiaan. Näin on esimerkiksi silloin, kun puhelinkeskustelun käyminen heikentää ajokykyä.

Resurssi- ja moniresurssiteoriat ovat auttaneet ymmärtämään multitaskingiin liittyviä ilmiöitä. Tutkijat eivät kuitenkaan ole yksimielisiä tarkkaavaisuusresursseista. Itse asiassa koko ajatus tarkkaavaisuuden jakamisesta on kyseenalaistettu esittämällä, että multitasking-tilanteessa ihmiset vain vaihtelevat tarkkaavaisuutensa kohdetta nopeasti tehtävien välillä.

TUTKI JA POHDI!

Aiheuttaako uusi teknologia aivoihin ”liikenneruuhkan”?

Tutkija Minna Huotilaisen mukaan uutta teknologiaa hyödyntävän työkulttuurin myötä on syntynyt aikuisten tarkkaavaisuushäiriö, jota kutsutaan nimellä ADT (Attention Deficit Trait). Tarkkaavaisuushäiriö on niin uusi, ettei sille ole vakiintunutta suomenkielistä nimeä.

a) Etsi Minna Huotilaisen ADT-tarkkaavaisuushäiriötä käsittelevä artikkeli internetistä hakusanoilla *Minna Huotilainen, kun liikenneruuhka iskee aivoihin.*

b) Selvitä artikkelin ja mahdollisten muiden internet-lähteiden avulla, mitä ADT tarkoittaa. Mikä häiriön aiheuttaa, miten se ilmenee ja mikä häiriöön voi auttaa?

c) Arvioi artikkelin tietojen pohjalta ADT-tarkkaavaisuushäiriötä kriittisesti. Onko mielestäsi kyseessä tarkkaavaisuushäiriö vai ei? Perustele.

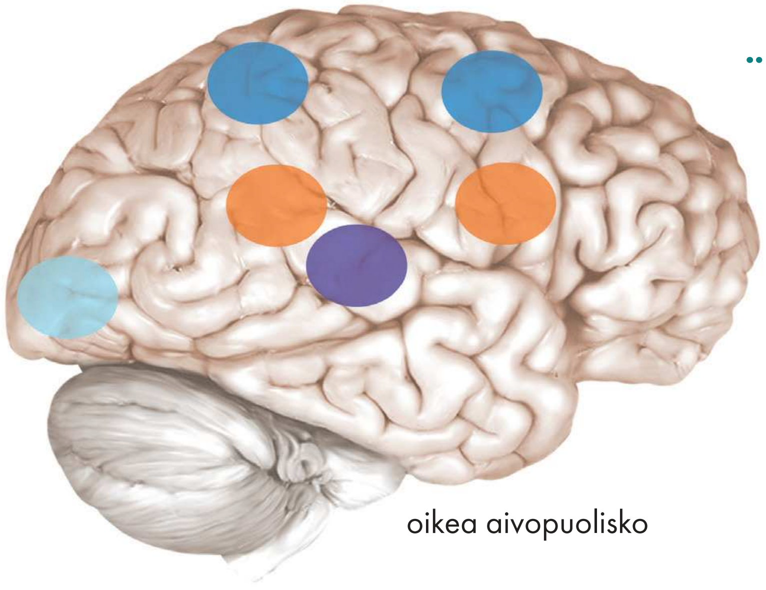
Tarkkaavaisuus ja aivotoiminta

Aivokuvantamistutkimusten tulokset ovat osoittaneet, että tarkkaavaisuus vaikuttaa voimakkaasti aivojen hermosoluaktivaatioon. Ärsykkeiden valikoiva tarkkailu lisää aktivaatiota kyseisten ärsykkeiden käsittelyyn erikoistuneilla aivoalueilla. Niinpä esimerkiksi kun keskityt kuuntelemaan opettajan puhetta, keskittyminen lisää oletettavasti hermosoluaktivaatiota erityisesti ohimolohkoissa, jotka ovat tärkeitä kuulotiedon käsittelyssä. Sen sijaan jos keskityt opettajan puseron väriin, aktivaatio lisääntyy etenkin takaraivolohkojen näköalueilla.

Joidenkin tutkimusten mukaan kuuloärsykkeiden valikoiva tarkkailu voi vähentää aktivaatiota näköalueilla, ja päinvastoin. Näin siis tarkkailtujen aistiärsykkeiden käsittely aivoissa tehostuu. Lisäksi sekä kuulo- että näköärsykkeiden valikoiva tarkkailu lisäävät aktivaatiota esimerkiksi otsa- ja päälakilohkoissa. Nämä alueet osallistuvat mahdollisesti tarkkavaisuuden ohjaamiseen. Onkin esitetty, että tarkkaavaisuuteen liittyy aivoissa useiden alueiden muodostamia verkostoja.

Neurologi Maurizio Corbetta ja psykologi Gordon Shulman esittivät vuonna 2002 vaikutusvaltaisen mallin, jonka mukaan näön tarkkaavaisuuden ohjaamiseen osallistuu aivoissa kaksi osittain erillistä verkostoa. Ensimmäinen näistä verkostoista, niin sanottu **dorsaalinen järjestelmä**, liittyy etenkin tahdonalaisen tarkkaavaisuuden ohjaamiseen. Tähän verkostoon kuuluu molempien aivopuoliskojen otsa- ja päälakilohkojen yläosien alueita. Alueet aktivoituvat erityisesti valikoivan tarkkaavaisuuden tehtävissä, kuten esimerkiksi silloin, kun keskitytään tarkkailemaan tiettyä paikkaa.

Toinen verkosto, niin sanottu **ventraalinen järjestelmä**, liittyy tahattoman tarkkaavaisuuden suuntaamiseen. Tähän verkostoon kuuluu eten-



Havainnekuva Corbetan ja Shulmanin (2002) näön tahdonalaisen tarkkaavaisuuden ohjaamiseen liittyvistä aivoalueista (dorsaalinen järjestelmä sinisellä) ja tahattoman tarkkaavaisuuden suuntautumiseen liittyvistä aivoalueista (ventraalinen järjestelmä oranssilla) aivoissa. Kuvaan on merkitty lisäksi takaraivolohkon näköalue (turkoosilla) ja ohimolohkon kuuloalue (violetilla).

kin oikean aivopuoliskon ohimo- ja päälakilohkon liittymäkohta ja alue otsalohkon alaosassa. Tämä verkosto aktivoituu erityisesti silloin, kun ei-tarkkaillut merkitykselliset ja yllättävät näköärsykkeet vetävät tahdosta riippumatta huomion puoleensa. Corbetta ja Shulman esittivät mallinsa näön tarkkaavaisuudesta. Myöhemmin on esitetty, että malli voisi soveltua myös esimerkiksi kuulo- ja tuntotiedon käsittelyyn.

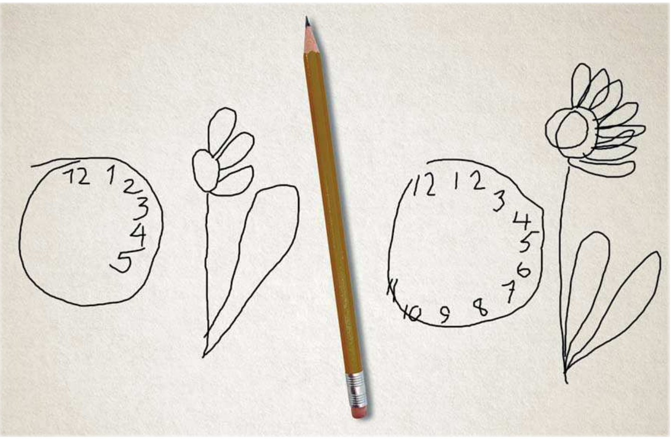
Ei ole varmaa tietoa siitä, onko aivoissa erityisesti jaetun tarkkaavaisuuden ohjaamiseen erikoistuneita alueita. Se kuitenkin tiedetään, että kuulo- ja näköärsykkeiden yhtäaikainen tarkkailu lisää aktivaatiota samoilla ohimo- ja takaraivolohkojen alueilla kuin vain toisen aistin ärsykkeiden valikoiva tarkkailu. Lisäksi on osoitettu, että jaettu tarkkaavaisuus lisää aktivaatiota myös esimerkiksi otsa- ja päälakilohkoilla.

Tarkkaavaisuuden häiriöt

Neglect-oireyhtymä ja ADHD havainnollistavat, kuinka tärkeää tarkkaavaisuus on jokapäiväisen elämän kannalta.

Neglect on aivovaurion aiheuttama huomioimattomuusoireyhtymä, jossa ongelmia on erityisesti tarkkaavaisuuden suuntaamisessa. Neglect-potilas ei kiinnitä huomiota vaurioituneen aivopuoliskon vastakkaisella puolella esiintyviin ärsykkeisiin. Jos esimerkiksi oikea aivopuolisko vaurioituu aivoinfarktin seurauksena, henkilö ei välttämättä havaitse näkökentän vasemmalla puolella olevia ärsykkeitä. Tämä johtuu siitä, että näkökentän vasemmalla puolella olevaa tietoa käsitellään oikeassa aivopuoliskossa, ja päinvastoin.

Neglect-oireyhtymässä ei ole kuitenkaan kyse siitä, etteikö näkökentän vasemmalla puolella olevia ärsykkeitä voisi nähdä. Ongelma on, ettei ihminen välttämättä omatoimisesti suuntaa tarkkaavaisuuttaan näihin ärsykkeisiin eikä siksi myöskään tietoisesti havaitse niitä. Kun neglect-potilas ei kiinnitä huomiota kehon vasempaan puoleen, hän voi esimerkiksi ajaa parran vain kasvojen oikealta puolelta ja pukea vaatteita vain kehon oikealle puolelle. Liikenteessä neglectin seuraukset voivat olla kohtalokkaita. Neglect-oireyhtymän ongelmia voi lievittää esimerkiksi siten, että ohjaa sanallisesti potilasta kiinnittämään huomiota ei-tarkkailtuun näkökentän osaan. Häiriöstä kuntoutuminen on kuitenkin hidasta.



Neglect-oireyhtymään liittyviä ongelmia voi testata pyytämällä potilasta piirtämään paperille mallista jokin kuvio. Neglect-potilaat, joilla on oikean aivopuoliskon vaurioita, jättävät tyypillisesti piirtämättä mallikuvion vasemman puolen yksityiskohtia. Selitä oppikirjan tekstiä apuna käyttäen, mistä tämä johtuu.

Tutkimusten perusteella tiedetään, että neglect voi johtua kumman tahansa aivopuoliskon vauriosta. Oikean aivopuoliskon vauriot aiheuttavat kuitenkin vakavampia ja pitkäaikaisempia ongelmia kuin vasemman aivopuoliskon vauriot. Eri tutkimuksissa neglect on yhdistetty esimerkiksi päälaki-, ohimo- ja otsalohkojen alueiden vaurioihin. Corbetta ja Shulman (2011) ovat kuitenkin esittäneet, ettei neglect liity vain jonkin tietyn aivoalueen vaurioitumiseen sinänsä. Heidän mielestään neglect johtuu aivovaurion aiheuttamasta häiriöstä useita aivoalueita käsittävässä järjestelmässä. Corbetan ja Shulmanin mukaan etenkin oikean aivopuoliskon alueita käsittävän ventraalisen järjestelmän vaurio on merkittävä tekijä neglect-oireyhtymän synnyssä.

ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) on aktiivisuuden ja tarkkaavuuden neurobiologinen häiriö, jonka syntyyn vaikuttavat perintö- ja ympäristötekijät. Geneettisen alttiuden lisäksi ADHD:n riskiä lisäävät sikiöaikaiset ympäristötekijät, kuten äidin raskaudenaikainen tupakointi, alkoholin käyttö ja stressi. Myös vastasyntyneen hapenpuute on liitetty ADHD:hen. Nämä tekijät voivat vaikuttaa lapsen kehittyviin aivoihin ja siten esimerkiksi kykyyn säädellä tarkkaavaisuutta.

ADHD:n pääasiallisia oireita ovat tarkkaavaisuuden ongelmat, ylivilkkaus ja impulsiivisuus. Koulussa ADHD-oireisen oppilaan voi olla toistuvasti vaikea keskittyä tehtäviin tai pysyä paikallaan tai vaikkapa odottaa omaa vastausvuoroaan. Samoja hankaluuksia voi olla ajoittain kenellä tahansa koululaisella. ADHD-diagnoosista on kyse silloin, kun oppilaalla on tavallista enemmän pitkäaikaisia oireita, joista on hänelle merkittävää haittaa. ADHD ilmenee tyypillisesti lapsuudessa, ja osalla lapsista oireet voivat jatkua nuoruuteen ja aikuisuuteen asti. Usein oireiden ilmeneminen ja painotus kuitenkin muuttuvat kehityksen kuluessa.

Psykiatrian professori Jyrki Korkeilan ja työtovereiden (2011) mukaan aivojen kuvantamistutkimuksien perusteella voi sanoa, että ADHD-diagnoosin saaneilla ihmisillä aivojen kuorikerros voi olla tavallista vähemmän poimuttunut. Lisäksi esimerkiksi etuotsalohkot ja pikkuaivot saattavat olla pienemmät ja vasen etuotsalohko vähemmän aktiivinen kuin yleensä. Vaikka ADHD-lasten aivot kehittyvät samassa järjestyksessä kuin muilla lapsilla, kehityksessä voi olla huomattavia viiveitä etenkin etuotsalohkoilla. Nämä poikkeavuudet aivojen rakenteessa ja toiminnassa voivat osaltaan selittää ADHD:n tyypillisiä oireita, sillä esimerkiksi otsalohkot ovat tärkeitä tarkkaavaisuuden kannalta. On kuitenkin tärkeää muistaa, ettei ADHD-diagnoosin saaneilla välttämättä ole näitä aivojen poikkeavuuksia.

ADHD:n hoito suunnitellaan yksilöllisesti. Hoitomuotoja ovat esimerkiksi tiedon lisääminen häiriöstä, lääkitys ja käyttäytymisterapeuttinen hoito.

TEHTÄVÄT

1. Määrittele seuraavat käsitteet:
  a) tahaton tarkkaavaisuus
  b) tahdonalainen tarkkaavaisuus
  c) valikoiva tarkkaavaisuus
  d) jaettu tarkkaavaisuus.

2. Vertaa Broadbentin suodatinteoriaa ja Treismanin suodatinvaimennusteoriaa valikoivasta tarkkaavaisuudesta.

3. Selitä omin sanoin, mitä tarkoittavat jaetun tarkkaavaisuuden **a)** resurssiteoriat ja **b)** moniresurssiteoriat.

4. Pohdi tässä luvussa annettujen tietojen perusteella, miten on mahdollista, että lukiolainen kykenee koulun käytävän hälyssä viestittelemään älypuhelimellaan ystävälleen. Mitkä muut seikat kuin tarkkaavaisuus vaikuttavat asiaan?

5. **a)** Taputa päälakeasi samalla, kun hierot mahaasi oikealta vasemmalle.
  b) Piirrä molemmilla jaloilla kahdeksikkoa lattiaan samalla, kun luet tämän luvun tekstiä ADHD:sta.
  c) Kumpi tehtävistä oli vaikeampi? Mitä ongelmia tehtävien suorittamisessa mahdollisesti oli?
  d) Selitä tuloksesi hyödyntäen tässä luvussa annettuja tietoja.

6. Arvioi, mitä hyötyä ja haittaa musiikin kuuntelusta voi olla koulutöitä tehdessä.

7. Oikeaa aivopuoliskoa on pidetty tarkkaavaisuuden kannalta tärkeämpänä kuin vasempaa aivopuoliskoa. Mitkä tekijät ovat voineet vaikuttaa tähän uskomukseen?

8. Mitkä tekijät vaikuttavat tarkkaavaisuuteen? Perustele.

Keskeiset käsitteet

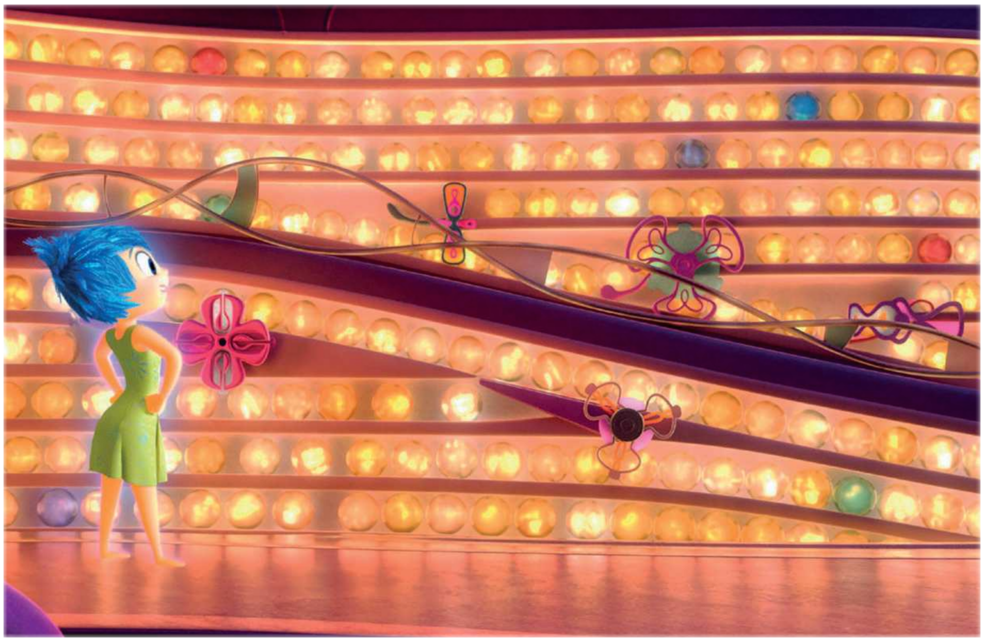
- tarkkaavaisuus
- tahaton tarkkaavaisuus
- tahdonalainen tarkkaavaisuus
- valikoiva tarkkaavaisuus
- suodatinteoria
- suodatinvaimennusteoria
- jaettu tarkkaavaisuus
- resurssiteoria
- moniresurssiteoria
- neglect
- ADHD

8 LYHYTKESTOINEN MUISTI

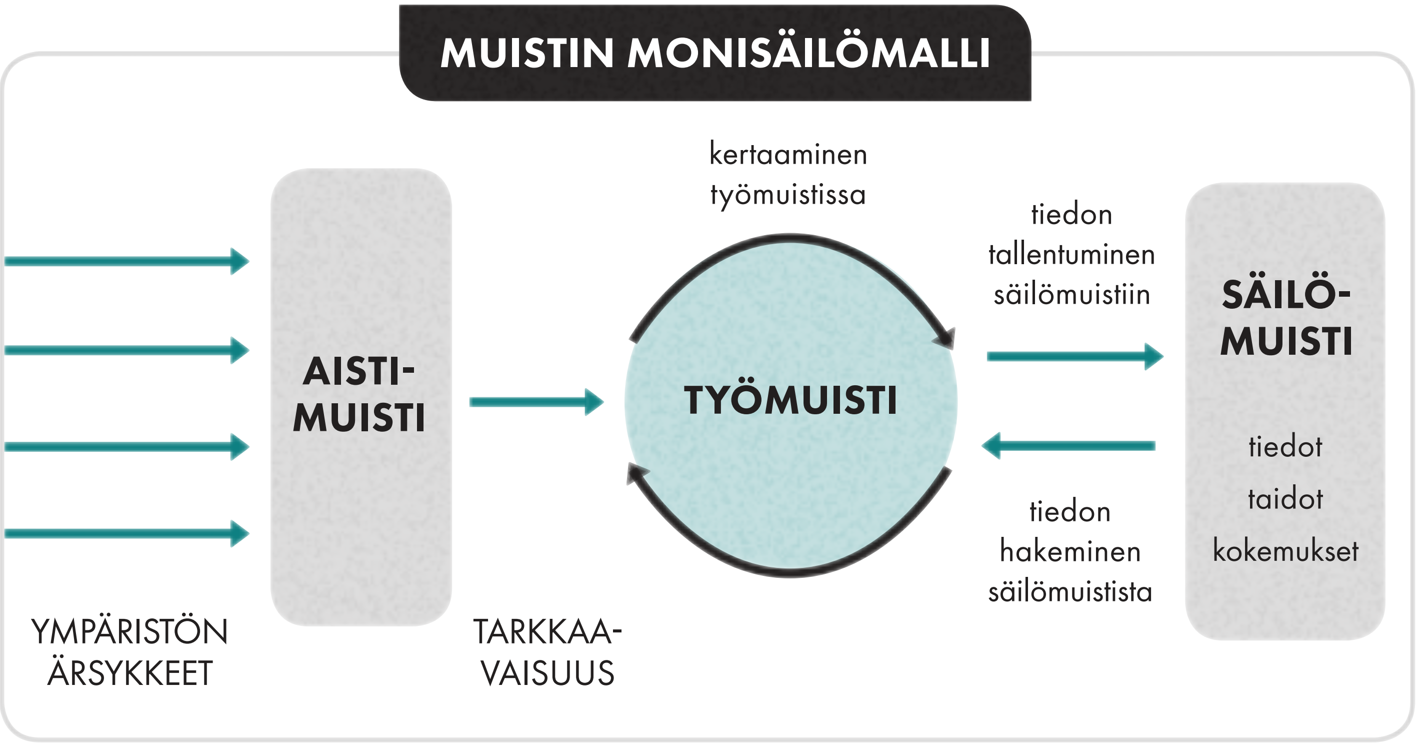
Muisti

Muistatko, mitä teit eilen tähän aikaan? Muistatko, kenen kanssa vietit aikaa alakoulussa tai mikä on Tanskan pääkaupunki? Ilman muistia ajelehtisimme hetkestä toiseen tietämättä, keitä olemme, mitä olemme tekemässä, keitä ympärillämme olevat ihmiset ovat ja millainen on maailma, jossa elämme. Lisäksi muistin avulla ihminen pystyy suunnittelemaan tulevaa. Hän esimerkiksi muistaa, mitä on sopinut tekevänsä huomenna. Muisti ei siis ainoastaan sido menneisyyteen, vaan se mahdollistaa ajatusten avulla aikamatkustamisen niin menneeseen kuin tulevaan.

Muisti on kognitiivista toimintaa, jossa käsitellään, tallennetaan ja säilytetään tietoa mielessä sekä haetaan ja palautetaan tietoa aktiiviseen käsittelyyn. Muistin sisällöt voivat



Animaatioelokuvassa *Inside Out* mielen toimintaa kuvataan mielikuvituksellisesti, mutta osittain myös tutkimustiedon mukaisesti. Elokuvassa päivän aikana kerättyjä muistoja kuvastavat pallot tallennetaan yön aikana säilömuistiin. Tutkimustiedon perusteella onkin havaittu, että uni on tärkeää muistojen pitkäkestoiselle tallentumiselle säilömuistiin.


MUISTIN MONISÄILÖMALLI
YMPÄRISTÖN ÄRSYKKEET
AISTI-MUISTI
TARKKAA-VAISUUS
kertaaminen työmuistissa
TYÖMUISTI
tiedon tallentuminen säilömuistiin
tiedon hakeminen säilömuistista
SÄILÖ-MUISTI
tiedot
taidot
kokemukset

Tutkijat Atkins ja Shriffin esittelivät vuonna 1968 muistin monisäilömallin. Se kuvastaa muistin toimintaa kolmena eri vaiheena, jotka ovat aistimuisti, lyhytkestoinen muisti ja säilömuisti. Nykyään tutkijat eivät juurikaan puhu lyhytkestoisesta muistista, vaan käyttävät termiä työmuisti. Työmuistilla tarkoitetaan muistin osaa, jossa sekä pidetään mielessä että käsitellään tietoa lyhytkestoisesti.

olla asiatietoa, elämäntapahtumia tai esimerkiksi taitoja.

Muistiin pidempikestoisesti tallennettua tietoa kutsutaan myös nimellä **muistijälki**. Esimerkiksi voimakkaita tunteita sisältävä kokemus, tehokkaasti opiskeltu tieto tai paljon harjoiteltu taito luovat vahvoja muistijälkiä, jotka on helppo palauttaa mieleen. Toisaalta suuri osa päivittäin käsitellystä tiedosta ei tallennu tarkasti muistiin. Ihminen saattaa esimerkiksi muistaa tarkasti, mitä teki viime syntymäpäivänään, mutta hänellä ei ole mitään käsitystä siitä, mitä teki kaksi päivää ennen syntymäpäiväänsä. Samoin se, millaisia sukkia on käyttänyt viikko sitten, ei todennäköisesti ole saanut aikaan vahvaa muistijälkeä. **Unohtaminen** eli muistissa käsitellyn tiedon katoaminen onkin luonnollinen osa muistiprosesseja. Kaikkea käsiteltyä tietoa ei ole oleellista tallentaa pitkäkestoiseen säilytykseen.

Muistin monisäilömalli esittää muistin koostuvan kolmesta erillisestä järjestelmästä. **Aistimuisti** ja **työmuisti** ovat lyhytkestoisia muistijärjestelmiä. Aistimuisti käsittelee ja tallentaa aistitietoa hyvin lyhyen ajan. Työmuisti käsittelee ja tallentaa lyhytkestoisesti yksilön tarkkaavaisuuden kohteena olevaa tietoa. Työmuistissa lyhytkestoisesti prosessoitu tieto tallentuu pitkäkestoiseen muistiin, josta käytetään myös nimitystä **säilömuisti**. Säilömuistissa muistijäljet säilötään pitkäkestoisesti, jotta niitä voi myöhemmin hakea ja palauttaa takaisin työmuistin käsittelyyn.

Aistimuisti

Olemme koko ajan jatkuvassa ärsykkeiden tulvassa: kuulemme, näemme, haistamme, maistamme ja tunnemme erilaisia asioita. Vain pieneen osaan kaikista ärsykkeistä kohdistetaan tarkkaavaisuutta niin, että ne otetaan työmuistin käsiteltäväksi.

Aistimuisti on muistijärjestelmä, jossa ylläpidetään hetkellisesti tietoa ympäristöstä vastaanotetuista ärsykkeistä ilman tietoista tiedonkäsittelyä. Aistimuistissa ylläpidetty tieto ei siirry työmuistin käsiteltäväksi, jollei siihen kiinnitetä tarkkaavaisuutta. Suurin osa esimerkiksi aistien rekisteröimistä ärsykkeistä ei siis

Vaikka ei seuraisikaan tarkkaavaisesti juna-asemalla kaikuvia kuulutuksia, voi kuulutuksen sisältämän tiedon silti ottaa työmuistin käsittelyyn aistimuistin ansiosta. Tieto kuitenkin katoaa aistimuistista hyvin nopeasti, ellei sitä oteta tietoiseen tarkasteluun.

päädy tietoiseen käsittelyyn. Aistimuisti voidaan jakaa sen käsittelemän aistitiedon perusteella esimerkiksi näön aistimuistiin ja kuulon aistimuistiin.

Ikonimuisti on näön aistimuisti, jossa säilötään näköaistimuksia alle sekunnin ajan. Ihminen pystyy havaitsemaan melko tarkasti erovaisuuksia vaihtuvista kahdesta, lähes identtisestä kuvasta. Hän pystyy muistamaan ja havaitsemaan eroja kuvissa, vaikkei tietoisesti ole ehtinyt tarkastella kuvaa. Ikonimuistin käsittelemä muistijälki kuvasta säilyy lyhyen hetken, jolloin muutokset voi ottaa tarkasteluun. Jos kahden lähes identtisen kuvan välissä näytettäisiin jokin toinen kuva, erojen huomaaminen kahden identtisen kuvan välillä olisi vaikeampaa, koska ikonimuistin kesto on tutkijoiden mukaan vain noin 500–1000 millisekuntia.

Kaikumuisti on kuuloaistimusten käsittelyyn liittyvä aistimuistin osa, jossa kuulotieto säilyy joidenkin sekuntien ajan. Kaikumuistin toiminta tulee esiin esimerkiksi tilanteessa, jossa opiskelija on keskittynyt johonkin täysin muuhun kuin opettajan opetukseen. Jos opettaja yhtäkkiä kysyy opiskelijalta ”mitä mieltä olet?”, opiskelija ei osaa heti vastata. Juuri kun opiskelija alkaa kysyä, mistä asiasta opettaja kysyi, hänen mieleensä saattaa palautua ilman tarkkaavaisuutta kuultu informaatio opettajan viimeksi sanomasta asiasta. Näin opiskelija voi ehkä välttää tukalan tilanteen.

Muidenkin aistien käsittelemä tieto säilötään hetken ajan. Esimerkiksi kosketukseen ja tuntemuksiin liittyvä **haptinen muisti** säilöö tuntoaistimuksia korkeintaan muutaman sekunnin ajan.

Aistimuistien säilömää tietoa käsitellään esimerkiksi aivokuoren aistialueilla. Esimerkiksi kaikumuistin toimintaa on tutkittu hermoston tasolla. Suomalainen psykologi **Risto Näätänen** (s. 1939) havaitsi jo 1970-luvulla, että vaikka ihminen ei kuuntelisi tarkkaavaisesti äänisarjaa, siinä esiintyvät poikkeavuudet ja eroavaisuudet näkyvät aivotoiminnassa.

Tämä osoittaa sen, että aiemmin rekisteröidyt aistimukset säilötään kaikumuistiin pieneksi hetkeksi. Hermosto siis reagoi poikkeavuuteen äänisarjassa, jolloin aiempien äänien on täytynyt tallentua ainakin hetkeksi. Vaikka henkilö ei siis tarkkaavaisesti seuraa ääntä, hermosto ”muistaa” aistitun tiedon hetken ajan.

Suurin osa aistimuistin säilömästä tiedosta katoaa hyvin nopeasti, koska tieto ei ole tavoitteellisen toiminnan kannalta merkityksellistä eikä sitä oteta jatkokäsittelyyn työmuistiin. Unohtaminen alkaa siis jo aistimuistista. Tämä on toisaalta väistämätöntä, sillä kaiken ärsyketiedon käsittely olisi työlästä ja hidasta. Onkin tehokkaampaa ottaa tarkkaavaisuuden avulla muistin tarkempaan käsittelyyn vain tärkeimmät ärsykkeet.

Työmuisti

Työmuisti on muistin osa, jossa toiminnan kannalta oleellinen tieto säilyy aktiivisena toiminnan suorittamisen ajan. Työmuistissa tietoa siis säilötään ja käsitellään lyhyen ajan. Esimerkiksi kun asiakas laskee kaupassa alennustuotteen hintaa, hänen on pidettävä aktiivisesti mielessään tuotteen alkuperäinen hinta ja alennusprosentti sekä vertailtava näitä tietoja. Samalla asiakkaan täytyy pitää turhaa tietoa poissa mielestään, jotta keskittyminen onnistuisi.

Psykologit ovat joskus kutsuneet työmuistia ihmisen kognition kehdoksi. Nimitys johtuu siitä, että työmuisti on keskeinen kaikessa kognitiivisessa toiminnassamme, kuten päätöksenteossa, ongelmanratkaisussa, kielenkäytössä tai päättelyssä. Työmuistissa käsiteltävä tieto on se tieto, jota ihminen juuri sillä hetkellä ajattelee.

Työmuistista tieto siirtyy säilömuistiin. Jotta työmuistissa käsiteltävästä tiedosta syntyy pysyvämpi muistijälki, sitä on kerrattava tarpeeksi. Lisäksi uuden tiedon liittäminen aiemmin opittuun tehostaa uuden tiedon käsittelyä työmuistissa. Näin ei kuitenkaan ole aina, vaan esimerkiksi tunnetilaltaan voimakkaat tapahtumat voivat tallentua vahvasti säilömuistiin, vaikka tapahtumaa ei kertaisi työmuistissa.

WAIS–IV UK
Administration and Scoring Manual
PEARSON

Weschler Adult Intelligence Scale (WAIS) IV on älykkyystesti, jonka yksi osio mittaa erityisesti työmuistin toimintaa. Työmuisti on keskeinen kaikessa kognitiivisessa toiminnassamme. Työmuistin tehokas toiminta on eduksi vaativimmissa kognitiivisissa prosesseissa.

TAPAUSESIMERKKI

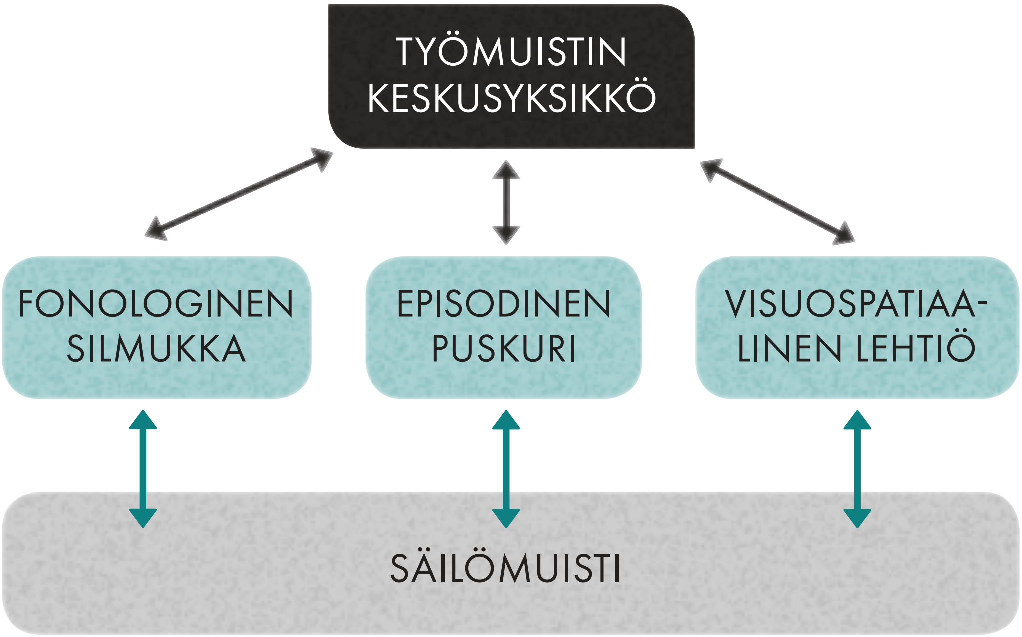
Tutkijat Meredith Daneman ja Patricia Carpenter kehittivät 1980-luvulla lukemismuistitehtävän, joka mittasi työmuistin toimintaa. Tutkittavien piti lukea ääneen 13–16 sanan lauseita, jotka eivät liittyneet sisällöllisesti toisiinsa. Lisäksi heidän tuli muistaa näiden lauseiden viimeiset sanat oikeassa järjestyksessä. Niitä kysyttiin äänen lukemisen jälkeen.

Kokeen edetessä tutkijat lisäsivät muistettavien lauseiden määrää. Yliopisto-opiskelijoista koostuvassa ryhmässä tutkittavat onnistuivat muistamaan viimeiset sanat kahdesta, kolmesta, neljästä tai viidestä lauseesta. Tällä tavoin tutkijat saivat tietoa siitä, kuinka paljon informaatiota työmuisti pystyi säilömään samalla, kun se käsitteli aktiivisesti uutta informaatiota. Tutkijat havaitsivat myös sen, että mitä paremman tuloksen tutkittava sai, sitä parempi hän oli myös erilaisissa luetun ymmärtämistä mittaavissa tehtävissä.

Psykologien laatimissa työmuistitesteissä koehenkilöt eivät useinkaan joudu vain muistamaan asioita lyhytkestoisesti, vaan heidän tulee samalla aktiivisesti prosessoida jotakin tietoa. Tämä kuvastaa työmuistin toimintaa monissa arkielämän tilanteissa, jossa joudumme sekä pitämään tietoa aktiivisesti mielessä että jollakin tavalla käsittelemään sitä.

Työmuistin toiminnasta ja rakenteesta on esitetty useita erilaisia teorioita ja malleja. Englantilaiset psykologit **Alan Baddeley** ja **Graham Hitch** esittivät vuonna 1974 työmuistimallin, joka on edelleen hyvin merkittävä. Mallia on muokattu uusien tutkimustulosten myötä, mutta sen perusrakenne on pysynyt melko samana. Baddeleyn ja Hitchin mukaan työmuisti voidaan jakaa ainakin kuulotietoa käsittelevään fonologiseen silmukkaan, näkötietoa käsittelevään visuospatiaaliseen lehtiöön, työmuistin keskusyksikköön ja episodiseen puskuriin.

Saksalainen muistimestari Johannes Mallow on voittanut useita muistimestaruuskisoja eri puolilla maailmaa. Hän käyttää monia erilaisia tekniikoita muistinsa apuna. Hän on esimerkiksi kertonut hyödyntävänsä erilaisia kuvia ja kuvasarjoja pitkien numerosarjojen muistamiseen.



Baddeleyn ja Hitchin työmuistimalli

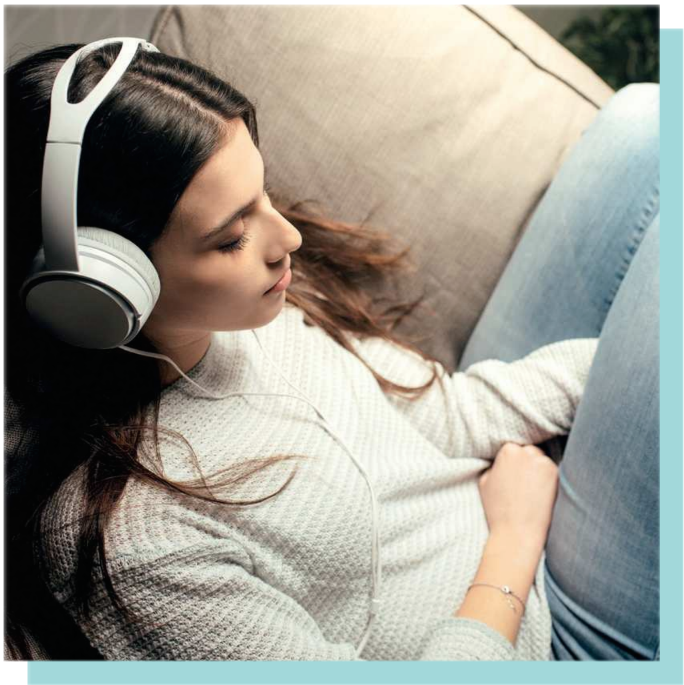
Työmuistin rakenne

Fonologinen silmukka käsittelee lyhytkestoisesti kuultua informaatiota. Kun opiskelet vieraan kielen sanastoa ja kertaat mielessäsi sanan käännöstä suomeksi, käytät aktiivisesti tätä osaa työmuistista. Voit testata kuullun työmuistin toimintaa lausumalla seuraavat sanat hyvin nopeasti ääneen, sulkemalla sitten silmäsi ja toistamalla ääneen listan uudestaan läpi: *kukko*, *leija*, *auto*, *tomaatti*, *silta*.

Tutkimuksissa on havaittu, että esimerkiksi juuri uuden kielen oppiminen aktivoi fonologista silmukkaa, koska henkilön täytyy kerrata kielellistä materiaalia mielessään. Sanallisen informaation lisäksi työmuistissa käsitellään muuta akustista eli ääneen pohjautuvaa tietoa. Akustista tietoa ovat muun muassa äänen väri, äänisarjan eteneminen ja äänen ominaisuudet.

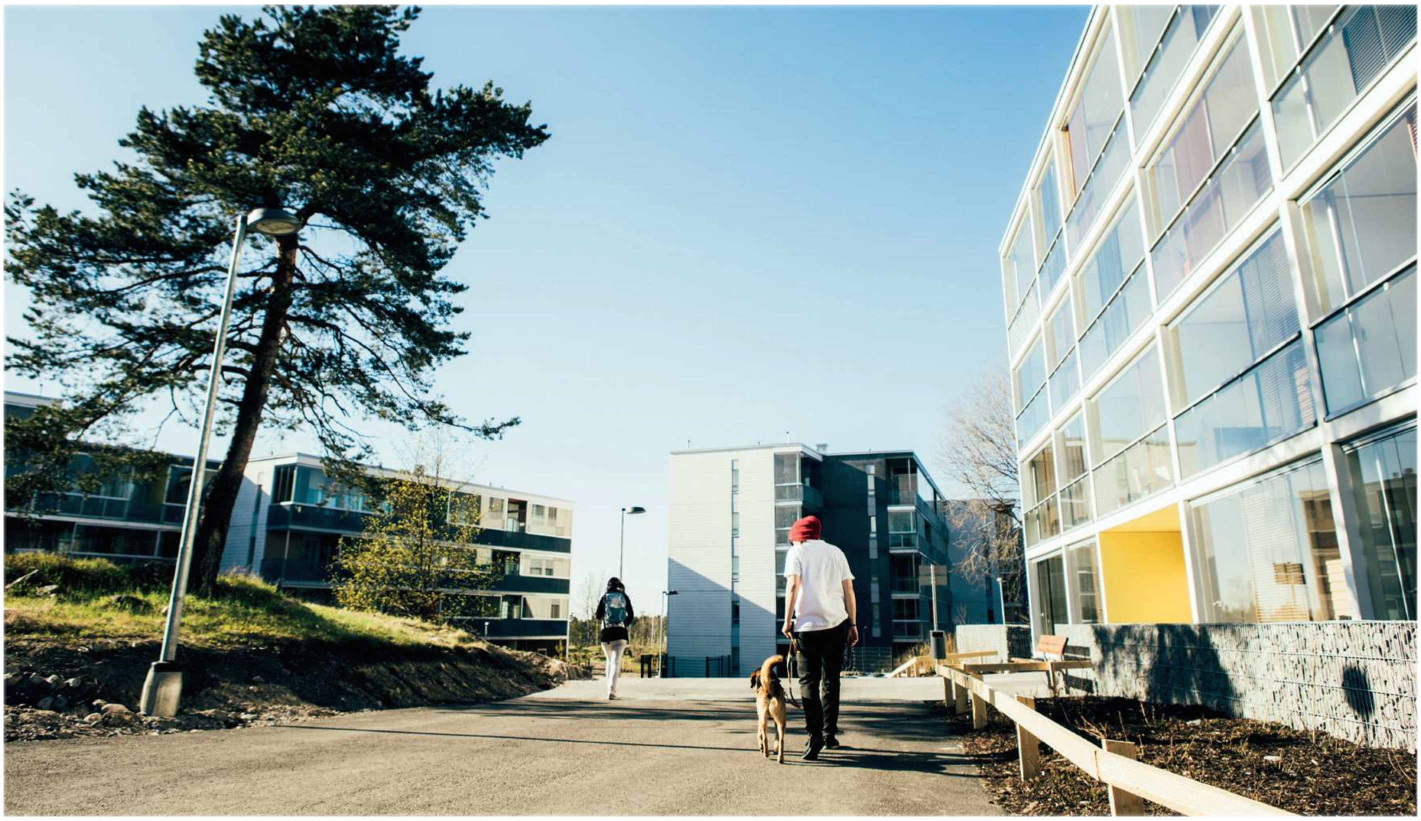
Visuospatiaalinen lehtiö on työmuistin osa, joka käsittelee näkötietoa asioiden sijainnista ja niiden piirteistä. Esimerkiksi kun ihminen kävelee kaupungilla, hän käsittelee jatkuvasti näkötietoa esineiden piirteistä (”mikä”-tieto), kuten autojen tai pyörien koosta ja ulkomuodosta. Samalla käsitellään ja muistetaan näihin asioihin liittyvää paikkatietoa (”missä”-tieto), kuten missä auto tai pyörä on ja kuinka pitkä välimatka niillä on. Työmuistin käsittelemää näkötietoa tarvitaan esimerkiksi esineiden löytämisessä, ympäristössä liikkumisessa, suunnistamisessa ja mielikuvien hahmottamisessa.

Kuulo- ja näkötietoa otetaan käsittelyyn aistimuistista, mutta sitä palautetaan työmuistiin myös säilömuistista. Esimerkiksi kun piirtäjä piirtää kuvaa, hänen täytyy aistitiedon perusteella hahmottaa paperin koko ja sijainti sekä jo piirretyt asiat. Samalla hän käsittelee säilömuistista haettua mielikuvaa valmiista kuvasta, jota on piirtämässä. Ihminen käsittelee työmuistissa vuorovaikutuksessa aistimuistista poimittua ja säilömuistista palautettua tietoa.



Musiikkia kuunnellessa kuuloaivokuoren alueet aktivoituvat ja työmuisti osallistuu musiikin piirteiden muistamiseen ja tunnistamiseen. Usein musiikki aktivoi voimakkaasti myös tunteiden käsittelyyn ja liikkeisiin liittyviä aivojen alueita.

Työmuistin keskusyksikkö tarkoittaa työmuistin osaa, jonka avulla voi suunnata tarkkaavaisuutta ja valikoida työmuistin huomion kohteeksi havaintoja tai säilömuistista työmuistiin palautettuja sisältöjä. Työmuistin keskusyksikön tehtäviä ovat muun muassa tarkkaavaisuuden suuntaaminen ja ylläpitäminen tehtävää tehtäessä, tehtävän vaihtaminen tarvittaessa, tarpeettomien asioiden huomiotta jättäminen sekä muistiin painaminen. Jos edellisen esimerkin



Kuvittele mielessäsi tuttu reitti, jota pitkin kuljet esimerkiksi matkalla kauppaan. Tässä harjoituksessa hyödynnät kaikkia työmuistisi osia. Tarvitset visuospatiaalista lehtiötä mielikuvien käsittelyyn, fonologista silmukkaa reitin sanalliseen läpikäyntiin mielessä ja episodista puskuria tietojen yhdistämiseen. Koko prosessia ohjaa keskusyksikkö, jonka avulla tarkkaavaisuutta kohdennetaan oikeisiin asioihin.

piirtäjän työmuistin tarkkaavaisuuden kaappaisivat jatkuvasti epäoleelliset tiedot, kuten piirtäjän ohi kävelevät ihmiset tai eilen katsotun televisiosarjan juonenkäänteet, työskentely olisi haastavaa. Työmuistin keskusyksikön voi ajatella olevan eräänlainen johtaja, jonka alaisuudessa muut osat eli ”orjat” toimivat. Keskusyksikkö ikään kuin komentaa, mitä ja millä tavoin erilaisia muistisisältöjä käsitellään.

Episodinen puskuri on osa työmuistia, joka yhdistää työmuistissa käsitellyt aistitiedot kokonaisuuksiksi. Usein säilömuistiin ei tallenneta vain yksittäisiä ääniä ja kuvia, vaan nämä tiedot yhdistetään tapahtumiksi eli episodeiksi, jotka tallennetaan. Episodisen puskurin on oletettu myös palauttavan episodeja säilömuistista työmuistin käsiteltäväksi. Esimerkiksi omaan elämään liittyvät tapahtumat palautetaan muisteluissa useimmiten kokonaisina episodeina eikä vain yksittäisinä kuvina, äāninä, hajuina tai makuina. Työmuistissa tapahtuvaa tiedonkäsittelyä tutkitaan runsaasti ja esimerkiksi se, miten tuntemukset ja hajut käsitellään lyhytkestoisesti, kiinnostaa tutkijoita.

Työmuistin hermostollinen perusta

Työmuistin toiminnalle ovat oleellisia useat aivoalueet ja hermoverkot. Työmuisti ei sijaitse missään tietyssä paikassa aivoja, vaan tiedon lyhytaikainen säilytys ja käsittely tapahtuvat laajasti usean eri aivoalueen ja niiden välisen aktiivisuuden kautta. Erityisen tärkeitä alueita ovat aivokuoren otsalohkojen etuosat ja päälakilohko. Otsalohkojen etuosat ovat keskeisiä työmuistin keskusyksikön toiminnan kannalta.

Työmuistin toiminnalle ovat tärkeitä myös ne aivoalueet, jotka liittyvät käsiteltävän tiedon luonteeseen. Esimerkiksi aivokuoren eri aistialueet, kuten näkö- ja kuuloaivokuoren toiminta, ovat keskeisiä työmuistissa käsiteltävälle aistitiedolle. Jos yksilöllä on vaurio näköaivokuoren alueilla, näkötiedon käsittely työmuistissa vaikeutuu. Lisäksi pikkuaivot ovat tärkeitä motoristen taitojen ja liikesarjojen tallentamisessa ja muistamisessa.

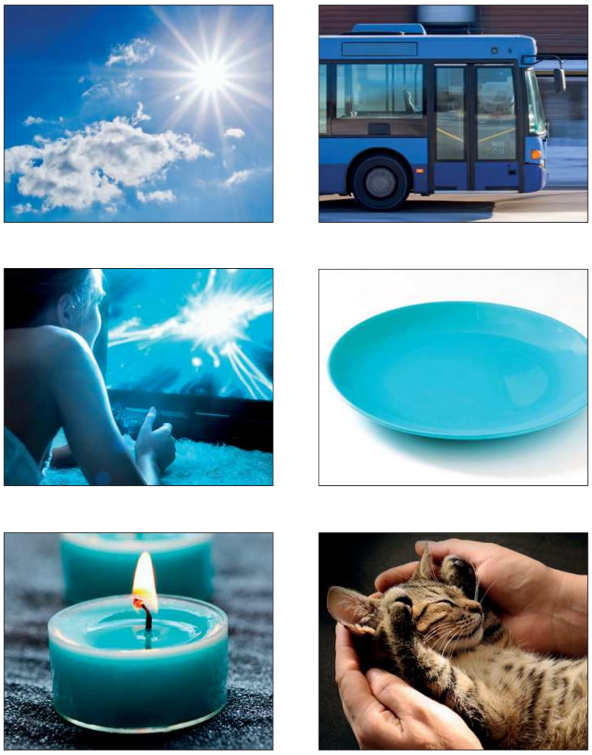
Työmuistin kesto ja kapasiteetti

Kuinka kauan voit pitää mielessäsi tiettyä puhelinnumeroa? Kuinka monta rekisterinumeroa pystyt muistamaan, kun kävelet parkkipaikan läpi? **Työmuistin kesto** eli kuinka kauan yksilö voi säilyttää tietoa työmuistissaan on ollut pitkään tutkimuksen kohteena. On ehdotettu, että jokin asia voi pysyä työmuistissa korkeintaan 20 sekuntia, jos sitä ei aktiivisesti käsitellä tai kerrata. Lisäksi työmuistin kapasiteetti on rajallinen eli työmuistissa voi käsitellä vain muutamaa asiaa kerralla. Esimerkiksi uutta numerosarjaa opetellessa ihminen voi pitää mielessään numeroita vain rajallisen määrän.

Työmuistikapasiteetti eli työmuistissa kerralla pidettävien asioiden enimmäismäärä on jokaisella rajallinen. Yksilöllisiä eroja kuitenkin on: toisilla työmuistin toiminta kuormittuu helpommin kuin toisilla. Työmuistin rajallisuus tarkoittaa esimerkiksi sitä, kuinka paljon tietoa

PÄIN MÄNTYÄ KÄY
SEN IHMISEN TIE
KEN ROSKAT JA JÄTTEET
METSÄÄN VIE

Työmuistin rajoituksia voi kiertää monilla keinoilla. Esimerkiksi erilaiset lorut ja riimit auttavat asioiden muistamista ja linkittämistä yhteen mieltämisyksiköiksi.



keru-
MAITOA
SUOMESTA
Luomu
APPELSIINI-
TÄYSMEHU
VALIO
Ekologisk
APELSIN-
JUICE
HYLA
VALIO
voi

Kumman kuvasarjan asiat on helpompi pitää mielessä? Testaa kuvia ystävälläsi tai perheenjäsenelläsi. Saat luultavasti tulokseksi sen, että toinen kuvasarja on helpompi muistaa. Kyseinen kuvasarja hyödyntää myös säilömuistissa olevia muistisisältöjä ja luokitteluja. Esimerkiksi kaikki oikeanpuoleisen kuvasarjan kuvat voi helposti luokitella jo valmiiksi tutun kauppalista-kategorian alle.

työmuistiin mahtuu ja miten yksilö pystyy keskittämään tarkkaavaisuuttaan.

Useiden eri tutkimusten perusteella on ehdotettu, että työmuistissa voi pitää keskimäärin neljä erilaista asiaa, olivatpa nämä sitten näön avulla tarkkailtavia asioita, muistettavia asioita tai laskettavia kokonaisuuksia. Tätä neljän asian rajoitusta kierretään kuitenkin monella tapaa. Esimerkiksi työmuistissa käsiteltävistä asioista voi luoda mieltämisyksiköitä. **Mieltämisyksikkö** tarkoittaa useammasta erillisestä muistettavasta asiasta luotua laajempaa kokonaisuutta. Asioita ryhmitellään yhden mieltämisyksikön alle, jolloin käytetään vähemmän muistikapasiteettia kuin jos asiat olisivat yksittäin. Jos esimerkiksi luet numerot 2 4 1 2, voit ryhmitellä ne mieltämisyksiköksi ”jouluaatto”. Jos sinun täytyisi pitää kirjainsarja s o s l o l mielessäsi, et ehkä yrittäisi muistaa kirjainsarjaa yksittäisinä kirjaimina, vaan muodostaisit kirjaimista kaksi helposti muistettavaa ja tuttua lyhennettä: sos ja lol. Mieltämisyksiköiden luominen osoittaa hyvin sen, miten säilömuistissa olevat muistijäljet voivat helpottaa työmuistin toimintaa. Jo tallennetut luokittelut ja tiedot auttavat uuden tiedon omaksumista.

Ajatusten harhailu ja tarkkaavaisuuden herpaantuminen häiritsevät työmuistin toimintaa enemmän kuin työmuistin kokorajoitukset. Voit testata tätä, kun luet seuraavan kerran kokeeseen. Pohdi, missä ja milloin työskentely keskeytyy.

Työmuistin kokorajoitus näyttäisi olevan yhteydessä siihen, että samaan aistiin liittyvät muistettavat tiedot häiritsevät toisiaan. Jos esimerkiksi opiskelija yrittää pitää mielessään sekä opettajan puhetta että luokan edessä esitettävää kuvaa, molemmat on melko helppo pitää mielessä. Jos taas opiskelija yrittää huomioida kahden opettajan puhetta samanaikaisesti, ongelmia tulee todennäköisesti vastaan. Tämä arkinen kokemus osoittaa sen, että eri aistitiedot säilötään työmuistissa jossakin määrin erillään. On kuitenkin havaittu, että myös erilaiset aistitiedot vaikuttavat häiritsevästi toistensa muistamiseen, jos niitä käsitellään työmuistissa tarkemmin. Esimerkiksi jos opiskelijan täytyy keskittyä tarkastelemaan kuvan yksityiskohtia, voi opettajan puheen samanaikainen mielessä pitäminen olla vaikeaa. Työmuistia voi siis pitää eräänlaisena resurssina, joka kuormittuu. Kuormittumiseen vaikuttaa, kuinka monta asiaa ja kuinka tarkasti erilaiset asiat täytyy muistaa.

Usein työmuistin kapasiteettirajoitus liittyy tarkkaavaisuuteen. Eräässä tutkimuksessa koehenkilöitä pyydettiin tekemään testejä, jotka mittasivat muun muassa työmuistin kapasiteettia ja luetun ymmärtämistä. Luetun ymmärtämisen aikana koehenkilöiden tuli ajoittain ilmaista, mitä he ajattelivat. Tällöin heidän piti painaa numeronappeja 1–6 sillä perusteella, mitä he ajattelivat juuri sillä hetkellä. Jokainen numero vastasi tiettyä asiaa, kuten esimerkiksi ”teksti, ”muisto menneestä” tai ”jokin tuleva tapahtuma”. Parhaimpia tuloksia testeissä saaneet koehenkilöt pitivät tehtävän paremmin mielessään, kun taas huonommin menestyneet harhautuivat useammin ajattelemaan jotakin muuta kuin tehtävä. Työmuistin toiminnalle on oleellista kyky keskittyä tehtävään ja olla huomioimatta sitä haittaavia ulkoisia ja sisäisiä ärsykkeitä kuten ääniä ja häiritseviä ajatuksia.

Työmuistin kehitys ja harjoittaminen

Tutkimusten mukaan työmuistin toiminta tehostuu varhaisaikuisuuteen saakka. Keski-iässä työmuistin toiminta alkaa usein heikentyä. Toisaalta elämänkokemusten kautta hankittu kokemus ja säilömuistissa olevat laajat tiedot sekä hyvä terveys voivat vanhetessa kompensoida työmuistin toiminnan hidastumista.

Erityisesti koulun aloittaminen asettaa uusia haasteita lapsen työmuistin toiminnalle, koska silloin uusia tietoja ja taitoja opetellaan runsaasti. Jos lapsella ilmenee oppimisvaikeuksia, esimerkiksi koulupsykologi voi muiden testien ohella testata lapsen työmuistin toimintaa. On havaittu, että usein erilaiset oppimisvaikeudet, kuten luku- ja laskemisvaikeudet ja keskittymisongelmat, ovat yhteydessä työmuistin tavallista heikompaan toimintaan.

Koska työmuisti on yksilön tavoitteellisen toiminnan kannalta niin tärkeä, voiko sitä harjoittaa? Työmuistin harjoitusmenetelmien tehokkuutta onkin tutkittu. Tutkijat ovat esimerkiksi havainneet, että työmuistia haastavien tietokoneharjoitteiden tekeminen voi parantaa ihmisen työmuistin toimintaa yleisellä tasolla.

Erilaiset muistia harjoittavat tehtävät voivat auttaa kehittämään erityisesti testeihin liittyviä taitoja. Niiden laajemmasta hyödyllisyydestä yksilön kognitiiviselle toiminnalle ei ole vielä varmuutta. Uusien asioiden opettelusta ja toimeliaisuudesta tiedetään kuitenkin olevan hyötyä, kun ihminen ikääntyy.

Esimerkiksi Monica Melvy-Lervåg ja Charles Hulme havaitsivat vuonna 2013 julkaistussa tutkimuskatsauksessaan, että erilaisten työmuistiharjoitteiden tekeminen paransi suoritusta työmuistitesteissä. Tällaisia harjoitteita ovat esimerkiksi tietokoneella tehtävät muistitestit. Työmuistiharjoitteiden tekemisen myönteiset vaikutukset tutkittavien arkielämään, kuten koulunkäyntiin, olivat kuitenkin vähäisiä ja lyhytkestoisia. Näyttää siis siltä, että vaikka työmuistiharjoitteilla on myönteisiä vaikutuksia, ne pätevät suurelta osin vain testien kaltaisiin tehtäviin. Vaikutukset katoavat ajan kuluessa.

Tällä hetkellä tutkijoita kiinnostaakin erityisesti se, millä tavoin työmuistiharjoitteiden positiiviset vaikutukset voitaisiin saada siirtymään ihmisen elämään laajemminkin. Työmuistin parantaminen helpottaisi monen elämää. Kysymys on siis erittäin tärkeä psykologisen tiedon soveltamisen kannalta.

Työmuistin toimintaa voi kuitenkin tehostaa vähentämällä esimerkiksi stressitekijöitä tai työskentelyn aikana häiritsevien asioiden määrää. Myös liikunta ja riittävä uni lisäävät valppautta. On luonnollista, että heikentynyt terveydentila, stressi tai muut elämäntilanteesta johtuvat kuormittavat asiat voivat estää työmuistin optimaalista toimintaa. Silti on hyvä muistaa, että on myös monia keinoja, joilla voi luoda otollisia olosuhteita työmuistin toiminnalle.

Työmuistin toiminta tehostuu myös asiantuntijuuden myötä. Mitä paremmin ihminen tuntee esimerkiksi jonkin alan tietoja ja käsitteitä, sitä tehokkaammin hän pystyy palauttamaan niitä säilömuistista työmuistin käsittelyyn. Lisäksi hän pystyy aiemman tiedon avulla muokkaamaan uudesta tiedosta tehokkaita mieltämisyksiköitä ja näin välttämään monia työmuistin luontaisia rajoitteita.

Tässä hetkessä tapahtuvassa tiedonkäsittelyssä ei ole ainoastaan kyse työmuistista. Työmuisti on jatkuvasti vuorovaikutuksessa aistimuistin ja säilömuistin kanssa. Esimerkiksi juuri opetellun sanalistan voi hetken kuluttua muistaa ja hakea helposti takaisin säilömuistista työmuistiin. Kun aikaa kuluu enemmän, sama sanalista ei kuitenkaan enää ole haettavissa säilömuistista, jos listaa ei vahvisteta kertaamalla. Työmuistin ja säilömuistin vuorovaikutus mahdollistaa sen, että voimme käsitellä uutta ja vanhaa tietoa tehokkaasti ja selviytyä niin arkipäivän askareista kuin teoreettisesta opiskelusta.

Pohdi, miten asiakas käyttää sekä työmuistiaan että palauttaa tietoja pitkäkestoisesta muististaan, kun hän miettii kaupassa uusien kenkien ostamista.

TEHTÄVÄT

1. Mitä eroa on aistimuistilla ja työmuistilla?

2. Selitä omin sanoin, miksi fonologista silmukkaa ja visuospatiaalista lehtiötä on kutsuttu myös työmuistin keskusyksikön ”orjiksi”.

3. Eräässä tutkimuksessa (Luethi ym., 2009) oli kaksi koehenkilöryhmää, joille molemmille tehtiin työmuistitestejä. Toinen ryhmistä joutui ensin stressaavaan esiintymistilanteeseen, jossa koehenkilöiden toimintaa tarkkailtiin ja heille annettiin esiintymisestään negatiivista palautetta. Tämä testiryhmä sai työmuistitesteissä selvästi huonommat pisteet kuin vain työmuistitestin tehnyt kontrolliryhmä. Selitä tämä tulos luvun tietojen avulla.

4. Opiskelukaverisi haluaa tehostaa työmuistinsa toimintaa. Vastaa hänelle psykologisen tiedon pohjalta, onko tämä mahdollista.

5. ”Nykyään kaikki tieto on niin helposti saatavilla, että ihmisen ei tarvitse harjoittaa omaa muistiaan ollenkaan”. Ota kantaa väittämään luvun tietojen avulla.

6. Etsi tietoa siitä, millä tavoin muistimestarit pyrkivät kiertämään työmuistin rajoituksia. Käytä hakusanoja *muisti mestari vinkit*. Tee kolmen vinkin lista ja arvioi, miten vinkit voivat auttaa esimerkiksi lukio-opiskelussa.

Keskeiset käsitteet

- muisti
- aistimuisti
- työmuisti
- fonologinen silmukka
- visuospatiaalinen lehtiö
- työmuistin keskusyksikkö
- episodinen puskuri
- mieltämisyksikkö

9 PITKÄKESTOINEN MUISTI

Muistojen pitkäaikainen käsittely

TAPAUSESIMERKKI

Kenties kuuluisin ja tutkituin muistitutkimuksien potilas on kanadalainen Henry Molaison (1926–2008), joka tunnettiin pitkään vain nimimerkillä H. M. Hän kärsi nuoruudessaan hengenvaarallisista epilepsiakohtauksista. Vuonna 1953 tehdyssä leikkauksessa hänen aivoistaan poistettiin epileptisia kohtauksia aiheuttavat rakenteet. Tuolloin ajateltiin, että sellaisia ovat aivojen hippokampukset, mantelitumakkeet ja niiden yläpuoliset ohimolohkojen osat.

Leikkauksen jälkeen epilepsiakohtaukset vähenivät. H. M. :n muistot muutamaa leikkausta edeltävältä vuodelta muuttuivat kuitenkin hatariksi. Hän ei myöskään voinut enää muodostaa uusia muistoja. Vaikka hänen työmuistinsa toimi hyvin, H. M. näytti unohtavan asiat heti, kun ne poistuivat hänen mielestään. Tästä johtuen hän ei enää muistanut, keitä häntä hoitavista lääkäreistä hän oli jo tavannut, mitä televisio-ohjelmia hän oli juuri katsonut, oliko hän syönyt tai mikä päivä oli.

Psykologit ja lääkärit havaitsivat, että leikkaus vaikutti erityisesti tietoisten muistojen tallennukseen. Vuosien varrella H. M. kuitenkin loi joitakin muistoja. Hän oppi uusia taitoja, kuten sorminäppäryyttä. Hän ei kuitenkaan muistanut koskaan harjoitelleensa näitä taitoja. Tutkijat kertoivat, että H. M. oli aina avulias ja hyväntuulinen. Vuosien varrella H. M. käsitti jollakin tavalla tilanteensa. Hänen kerrotaankin todenneen erään tutkimuskerran jälkeen: ”Se, mitä hän (tutkija) sai selville minun tilanteestani, voi olla avuksi muille. Olen siitä iloinen.”

Henry Molaisonin kaltaiset potilastapaukset ovat lisänneet ymmärrystä säilömuistin toiminnasta. Muistojen säilöminen pitkäaikaisesti näyttäisikin olevan monimutkainen tapahtuma, jossa monet eri aivoalueet ovat osallisina. **Säilömuisti** tai **pitkäkestoinen muisti** tarkoittaa muistin prosessia, joka tallentaa ja varastoi muistijälkiä pitkäkestoisesti. Lisäksi näitä muistijälkiä haetaan takaisin työmuistin käsittelyyn. On oletettu, että eri asioihin liittyvät muistijäljet ovat tallentuneina hermosolujen väliseen aktivaatioon laajasti aivokuorella. Kun jonkin asian kokee ja muistaa, tietyt hermosolut ja niiden väliset yhteydet aktivoituvat. Kun tätä muistijälkeä kertaa ja muistelee, sama aktiivisuus toistuu jälleen ja vahvistaa näin muistijälkeä.

Säilömuistin kesto mitataan jopa vuosissa tai vuosikymmenissä. Kun muistelet viime kesälomaa, yläkouluaikoja tai tietoja Suomen historiasta, palautat työmuistisi käyttöön säilömuistiin tallennettuja muistoja. H. M. :n ja muiden tutkimusten pohjalta säilömuistin rakennetta on alettu tarkastella tietomuistin ja taitomuistin rakenteiden kautta.

Tietomuisti sisältää tietoiset ja eksplisiittiset eli sanoin kuvattavat muistot, kuten muistetut tapahtumat ja tiedot maailmasta. Tietomuistissa voi olla esimerkiksi muisto lomamatkasta tai tieto Suomen nykyisestä presidentistä. Tietomuisti jaetaankin usein asiamuistiin ja tapahtumamuistiin. **Asiamuisti** liittyy yksilön yleiseen tietoon maailmasta. Esimerkiksi ihmisellä voi olla runsaasti yleistietoa Norjan vuonoista, vaikka hän ei itse olisi koskaan käynyt siellä. Hän pystyy hyödyntämään tätä tietomäärää toiminnassaan, ja tietojen palauttaminen työmuistin käsittelyyn voi olla hämmästyttävän nopeaa. Esimerkiksi keskustellessaan toisen henkilön kanssa ihminen hakee ja palauttaa sanoja salamannopeasti säilömuististaan käyttöön sen mukaan, mitä keskustelu koskee.

Henry Molaisonin tapauksesta on tehty satoja tutkimuksia. Hänen aivonsa kuvattiin hänen kuolemansa jälkeen hyvin tarkasti MRI-laitteella. Ne leikattiin 2041 siivuksi, jotka jälleen kuvattiin ja mallinnettiin kolmiulotteisesti. Koko leikkaus- ja kuvausprosessi oli seurattavissa suorana lähetyksenä, jota katsoi noin 400 000 ihmistä. Tämä äärimmäisen tarkka mallinnus on tutkijoiden käytettävissä internetissä. Pääset sivulle hakusanoilla *brain, society, hm.*

Asiamuistin tehokkuus perustuu pitkälti siihen, että sen sisältämät tiedot maailmasta on jäsennelty esimerkiksi käsiteluokitusten ja skeemojen avulla. **Käsite** on jonkin asian yleistetty merkityssisältö. Esimerkiksi rakkaus-käsite ei viittaa mihinkään yksittäiseen asiaan, vaan laajemmin siihen, mitä kaikkea rakkaus tarkoittaa. Käsitteet ovat oleellisia lähes kaikessa inhimillisessä kulttuurissa, kuten tieteessä, politiikassa, taiteessa tai uskonnoissa. Skeemat ovat yleistettyjä tietokokonaisuuksia asioista tai tapahtumista kuten esimerkiksi siitä, millaisia asioita kuuluu koulupäivään.

Tapahtumamuisti

Tapahtumamuisti tarkoittaa tietomuistin osaa, joka käsittelee muistitietoa esimerkiksi oman elämän tapahtumista, kuten syntymäpäivistä, ja juonellisista tapahtumista, kuten lempielokuvan juonesta. Omaa elämää koskevien tapahtumien tallennus on tärkeää yksilön identiteetin ja minäkuvan kannalta.

Omaelämäkerrallinen muisti tarkoittaa muistin avulla luotua käsitystä omasta elämästään ja siihen liittyvistä tapahtumista, joihin sisältyy myös tietomuistoja. Esimerkiksi tieto omasta nimestä ja elämän aikaisista asuinpaikoista ovat asiamuistoja, jotka voidaan sisällyttää omaelämäkerralliseen muistiin. Omaelämäkerrallinen muisti ei siis varsinaisesti ole oma rakenteensa asiamuistin ja tapahtumamuistin tavoin, vaan niiden sisällöistä koostuva kokonaisuus. Omaelämäkerrallisen muistin avulla jokainen ihminen luo juonellisen käsityksen siitä, millainen hänen elämänsä on ollut. Juoni kertoo ihmiselle, mistä hän tulee ja miksi hän on kehittynyt juuri sellaiseksi kuin on.

Asiamuistin tehokkuus perustuu sen hyvälle järjestäytymiselle. Kouluikäinen alkaa entistä enemmän käyttää käsitteitä ja luokitteluja ajattelunsa tukena. Myöhemmissä opinnoissa käsitteiden käyttö tulee yhä tärkeämmäksi, koska muistissa säilytettävä tietomäärä kasvaa.

Tutkijat ovat havainneet, että tapahtumamuisti on erityisen herkkä häiriöille ja muutokselle. Jopa hyvin voimakas **salamavalomuisto** eli elävä muisto voimakkaita tunteita herättäneestä tilanteesta on altis muutokselle. Erityisesti oikeuspsykologit ovat kiinnostuneita tästä tiedosta ja sen merkityksestä todistajalausuntojen luotettavuudelle. Rikoksen silminnäkijällä voi olla hyvin voimakas muisto nähdystä rikoksesta. Muisto voi olla oikea, mutta tutkijat ovat havainneet, että muisto voi helposti muokkautua. Kuulustelutilanteet, johdattelu, silminnäkijän omat skeemat tai myöhemmät havainnot voivat muuttaa muistoa rikoksesta. Esimerkiksi kuulustelijan kysymykset saattavat ohjailla silminnäkijän muistojen palautusta ja niiden muokkaantumista. ”Näitkö mustahuppuisen miehen kadulla”- kysymykseen voi tulla eri vastaus kuin ”mitä näit kadulla”-kysymykseen.

Yhdysvaltalainen *Innocence Project* tutkii silminnäkijälausuntojen luotettavuutta. Kuvassa on syytön henkilö, jonka tuomio kumottiin projektin avulla. Tutkijat ovat havainneet, että Yhdysvalloissa 73 prosenttia DNA-todistusaineiston perusteella kumotuista vankila- tai kuolemanrangaistustuomioista ovat perustuneet alun perin silminnäkijälausuntoihin. Tutkijoiden mukaan on tärkeää, että silminnäkijälausuntojen kuulustelussa olisi tiukat kriteerit, jotta kuulustelutilanne tai johdattelu eivät muokkaisi muistettavaa tapahtumaa.

Yksi tietomuistin tärkeistä toiminnoista on tulevien tapahtumien ennakointi. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että henkilö muistaa varata seuraavana päivänä lentoliput ennen kello kahta. Tulevaisuuden suunnitteluun liittyvät muistot voivat kohdistua joko ajankohtaan tai tapahtumaan. Ihminen voi esimerkiksi muistaa, että hänen täytyy tehdä jotakin kello seitsemältä tai milloin hän seuraavan kerran tapaa hyvän ystävänsä. Ennakointi on tärkeä osa säilömuistia, koska suurin osa ihmisen toiminnasta on suoritusorientoitunutta eli johonkin tavoitteeseen pyrkimistä. Ilman muistia tällainen toiminta ei ole mahdollista, eli muisti sitoo meitä niin menneeseen kuin tulevaan.

TUTKI JA POHDI!

Valemuistot

Tutkijoita on kiinnostanut se, kuinka radikaalisti yksilön muistia on mahdollista muokata. Erityisesti yhdysvaltalainen tutkija **Elizabeth Loftus** (s. 1944) on tutkinut tätä laajasti.

a) Ota selvää, mitä tarkoitetaan valemuistoilla ja miten niitä on tutkittu.

b) Etsi ja referoi ainakin yksi esimerkkitutkimus.

c) Millaisia tärkeitä huomioita valemuistojen olemassaolo voi tarjota eri psykologian sovellusaloille?

Hakusanoja: *valemuistot, tutkimus, Loftus*

1st European Games
Baku 2015
317
316
315
117
115

Asiantuntijuudessa voi olla kyse tietomuistin lisäksi taitomuistin sisällöistä. Esimerkiksi urheilijat ovat tallentaneet oman erityisalansa hyvin tarkkoja liikeratoja. Kuvassa suomalainen telinevoimistelija Tomi Tuuha.

Taitomuisti

Taitomuisti on säilömuistin osa, joka sisältää implisiittiset eli ei-sanoitettavat muistot, taidot ja tiedostamattomasti omaksutut muistot. Näitä ovat esimerkiksi motoriset toiminnot, omaksutut tavat ja esimerkiksi ehdollistumisen kautta opitut reaktiot.

Moni osaa ajaa polkupyörällä tai luistella. Jos näitä toimintoja pyydettäisiin selittämään sanallisesti, se osoittautuisi melko vaikeaksi. Taitoihin liittyvät muistot ovat silti toiminnan kannalta äärimmäisen tärkeitä. Tavallisen arkipäivän kuluessa hyödynnät monia taitomuistoja, kun esimerkiksi kävelet, kirjoitat tai vaikkapa uit. Palautat näihin toimintoihin tarvittavia muistisisältöjä jatkuvasti käyttöösi ei-sanallisessa muodossa.

Ei-sanallisesti tallennetaan myös automaattisesti opittuja reaktioita, joihin usein yhdistyy vahva tunne. Tästä esimerkkinä on teoria klassisesta ehdollistumisesta, jonka kehitti nobelisti **Ivan Pavlov** (1849–1936). Klassisessa ehdollistumisessa jonkin ärsykkeen synnyttämä reaktio yleistyy tiedostamatta myös johonkin muuhun ärsykkeeseen. Moni pieni lapsi saattaa pelätä lääkäreitä. Lääkärissä käynti esimerkiksi rokotusten vuoksi on alun perin herättänyt pelon. Lapsi on tiedostamattaan oppinut liittämään pelkoreaktion myös toisiin lääkäristä muistuttaviin asioihin, jotka ovat alun perin neutraaleja.

Muistin rekonstruktiivisuus

Muistin yksi keskeinen piirre on **rekonstruktiivisuus** eli muokkautuvuus. Tämä tarkoittaa sitä, että muistot voivat muuttua muistiprosessin aikana. Muistiin tallennusta ohjaavat aiemmat skeemat. Kun muistoja palautetaan uudelleen käyttöön, niin esimerkiksi skeemat, tunnetila, havainnot tai muut ärsykkeet voivat muokata muistoa. Pienet epäloogisuudet tai muiston aukot saatetaan täydentää skeemojen mukaan asiaan sopivalla tiedolla. Rekonstruktiivisuus pätee erityisesti tapahtumiin liittyviin muistoihin. Muisti ei siis ole kuin nauhuri tai videokamera, joka toistaa muistetut asiat sellaisenaan, vaan se on tietoa muokkaava kognitiivinen prosessi.

Muistitutkimuksen pioneeri **Sir Frederick Bartlett** (1886–1969) ehdotti, että yksilöt tallentavat muistoja siten, että sovittavat niitä aiempiin muistisisältöihin ja skeemoihin. Tämä helpottaa muistiin tallentamista ja sieltä palauttamista, kun muistisisältöjä sovitetaan jo valmiiksi omaksuttuun tietoon. Toisaalta Bartlett oletti, että tämä voi myös johtaa muistojen muokkaantumiseen. Hän kokeili tätä hypoteesiaan esittämällä kuuluisassa tutkimuksessaan (1932) koehenkilöille pohjois-amerikkalaisen alkuperäiskansan tarinan kanoottimatkasta, jossa on yliluonnollista sisältöä, kuten aaveita. Bartlett pyysi koehenkilöitään muistamaan heille kerrotun tarinan mahdollisimman hyvin. Bartlett muodosti koehenkilöistä kaksi ryhmää. Ensimmäisen ryhmän koehenkilöiden täytyi muistaa vain tarina. Toisen ryhmän koehenkilöt kertoivat tarinan aina uudelle koehenkilölle, jonka täytyi muistaa tämä tarina. Jälkimmäisessä tilanteessa olevien koehenkilöiden tuli siis muistaa jo toisen henkilön muistama tarina.

Bartlett huomasi, että kun koehenkilöt palauttivat tarinan mieleensä, tarina oli tiiviimpi ja se sopi usein koehenkilön maailmankuvaan. Tämä muutos tapahtui molemmissa ryhmissä, mutta erityisesti siinä ryhmässä, jossa muistettava tarina oli toisen koehenkilön kertoma. Molempien ryhmien koehenkilöt muistivat yleensä tarinan tärkeimmät vaiheet, mutta eivät muistaneet yliluonnollisia tai muuten heidän maailmankuvalleen outoja ja erikoisia piirteitä. Yksityiskohdat olivat siis alttiita muutokselle. Myös myöhemmissä tutkimuksissa on havaittu, että ihmisellä on taipumus tallentaa muistoja sovittaen niitä aiempiin tietoihinsa ja käsityksiinsä.

Oletko koskaan leikkinyt rikkinäistä puhelinta? Pohdi, mitä välitettävälle sanomalle tapahtuu ja mitä samankaltaisuutta tällä ilmiöllä on Bartlettin kokeen kanssa.

Säilömuistiin tallennus

Säilömuistia voi tarkastella sen rakenteen lisäksi toiminnan kautta. **Tallennus** tarkoittaa muistiprosessin vaihetta, jossa työmuistissa käsiteltävä muistijälki tallentuu säilömuistiin. Tiedon tallennus pitkäkestoisesti ja sen palauttaminen työmuistiin ovat läheisesti yhteydessä toisiinsa. Mitä tarkemmin ja enemmän asiaa on käsitelty työmuistissa, sitä todennäköisemmin asia tallentuu myös säilömuistiin. Mitä enemmän uusia muistettavia asioita liittää aiempaan tietoon, sitä varmemmin ne tallentuvat pitkäkestoisesti.

Kun ihminen tallentaa asioita pitkäkestoisesti, hän hyödyntää siinä usein jo valmiiksi tallennettuja muistisisältöjä. Asiamuistin erilaiset luokittelut helpottavat uuden tiedon tallennusta. Esimerkiksi lukiolainen voi luokitella tällä kurssilla oppimansa asiat laajempaan psykologia-kategoriaan ja tämän luvun asiat muisti-alakategoriaan. Säilömuistin tallennuksessa vanha tieto siis luo edellytyksiä uuden omaksumista varten.

Muiston tallentaminen on tehokkaampaa, jos tallentamisessa hyödyntää useita aisteja. Jos sinun tulisi esimerkiksi muistaa sanat *krokotiili* ja *paloauto*, voit luoda niistä visuaalista tietoa hyödyntävän mielikuvan. Elävät mielikuvat, kuten krokotiili ajamassa paloautoa, jäävät helposti mieleen. Tämä **kaksoiskoodaus**, eli visuaalisen ja sanallisen informaation avulla tallentaminen, voi olla tehokas muistitekniikka.

Muistot myös vahvistuvat, kun niitä palautetaan mieleen. Tutkimuksissa on havaittu, että esimerkiksi henkilökohtainen muisto, jota palautetaan mieleen, säilyy todennäköisemmin kuin muisto, jota ei muistella. Ei ole siis yhdentekevää, mitä muistoja esimerkiksi perheen ja ystävien kanssa muistelee.

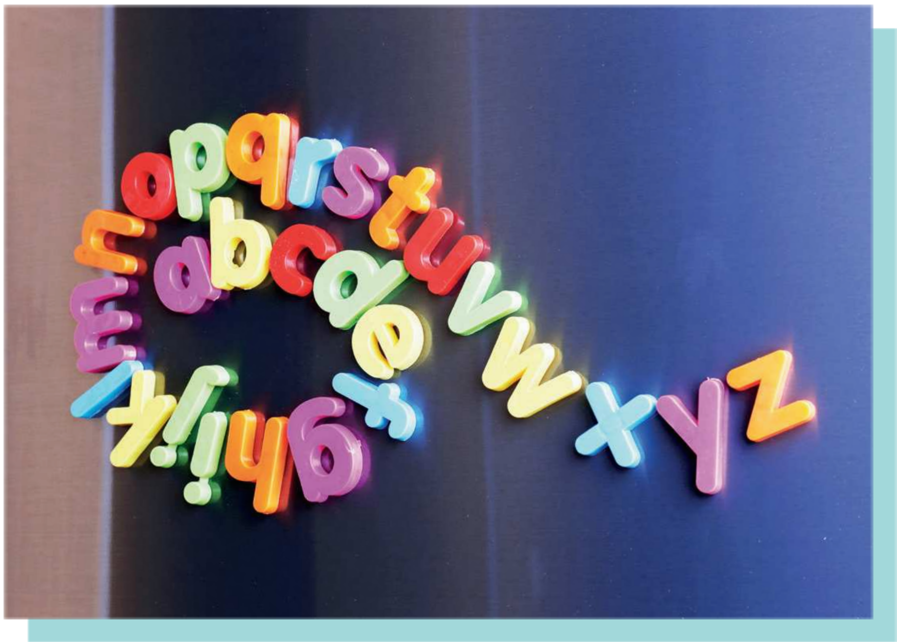
Käytämme usein muistaessamme erilaisia apukeinoja. Esimerkiksi valokuvat tai esineet voivat toimia muistivihjeinä, jotka palauttavat tiettyyn aikaan ja paikkaan liittyviä muistoja mieleemme. Pohdi, millaiset esineet tai asiat toimivat sinulle muistivihjeinä lapsuuteesi.

Muistitiedon haku ja palautus

Haku ja palautus ovat muistiprosessin vaiheet, joissa tallennetut säilömuistot haetaan takaisin työmuistin käsittelyyn. Työmuistiin palauttaminen voidaan jakaa kahteen osaan: tunnistusmuistiin ja vapaaseen palautukseen. **Tunnistusmuisti** tarkoittaa muistitiedon palauttamista käsittelyyn tunnistuksen perusteella. Esimerkiksi jos vieraan kielen kokeessa on tehtävä, jossa pitää täydentää oikea sana virkkeen tyhjään kohtaan, tehtävän tekeminen hyödyntää tunnistusmuistia, koska oikea sana täytyy tunnistaa virkkeen perusteella. **Vapaa palautus** puolestaan tarkoittaa muistisisällön hakua ja palautusta vihjeittä tai vähäisillä vihjeillä. Esimerkiksi koetilanteessa esseevastausta laatiessaan opiskelijan täytyy palauttaa mieleen runsaasti erilaista tietoa ilman apukeinoja, joiden avulla hyödyntää tunnistusmuistia.

Esimerkiksi asioiden järjestys, tilanneyhteys ja mielialayhteys vaikuttavat tiedon palauttamisessa työmuistiin. Kun palauttaa mieleen laulun sanoja, se on helpompaa, kun käy sanoja läpi järjestyksessä. Tästä syystä myös esimerkiksi erilaiset lorut voivat helpottaa järjestyksessä olevien asioiden muistamista.

Muisto on helpompi palauttaa, jos muistamishetki vastaa tilannetta, jossa muisto on painettu mieleen. Esimerkiksi tietojen palauttaminen kokeessa on helpompaa, jos koetilanne on samassa tilassa kuin missä asia on opiskeltu. Erilaiset paikat ja esineet voivatkin toimia muistivihjeinä, kun jotakin asiaa pyrkii palauttamaan mieleen. Muistoon liittyvä tunnetila voi myös helpottaa palautusta: iloiset, surulliset tai vihaiset tunnetilat virittävät helposti näihin tunnetiloihin liittyviä muistoja. Lisäksi muistijäljet aktivoituvat assosiaatioiden kautta. Toisiinsa liittyvät muistijäljet voivat aktivoida muiden niihin läheisesti liittyvien muistijälkien palautuksen.



Aakkoset ovat hyvä esimerkki järjestyksen mukaisesta muistamisesta. Jos joku kysyisi, mikä aakkosten kirjain tulee k-kirjaimen jälkeen, vastaaja saattaisi luetella aakkoset järjestyksessä, kunnes pääsisi oikeaan kohtaan.

Findus
Grillaa -
huomaat eron.
PARILA
PROVENCE
YRTTISET
SAMSUNG

Pohdi, millä tavoin televisiomainokset hyödyntävät alku- ja äskeisyysefektiä esimerkiksi brändien tai tuotteiden muistamisessa.

Muiston palautukseen vaikuttavat myös niin kutsutut **alkuefekti** eli ensin saatu tieto painottuu ja **äskeisyysefekti** eli viimeisenä saatu tieto muistetaan parhaiten. Klassisessa tutkimuksessaan Murdock (1962) esitti tutkittavilleen sanalistan, jonka pituus vaihteli 10 sanasta 40 sanaan. Koehenkilöiden tuli muistaa listan sanat. Tutkimuksessa havaittiin, että koehenkilöt muistivat sanoja parhaiten listan alusta ja lopusta, kun taas listan keskellä olevat sanat muistettiin huonommin. Tämä sama havainto on toistettu useassa tutkimuksessa. Tätä voi selittää se, että ensimmäisiä sanoja kerrataan enemmän, kun taas viimeiset sanat ovat vielä työmuistin käsittelyssä. Äskeisyysefekti on selviytymisen ja yksilön toiminnan kannalta tärkeää: viimeisimmät asiat ovat usein tärkeimpiä juuri tässä hetkessä toimimisen kannalta.

Säilömuistin hermostollinen perusta

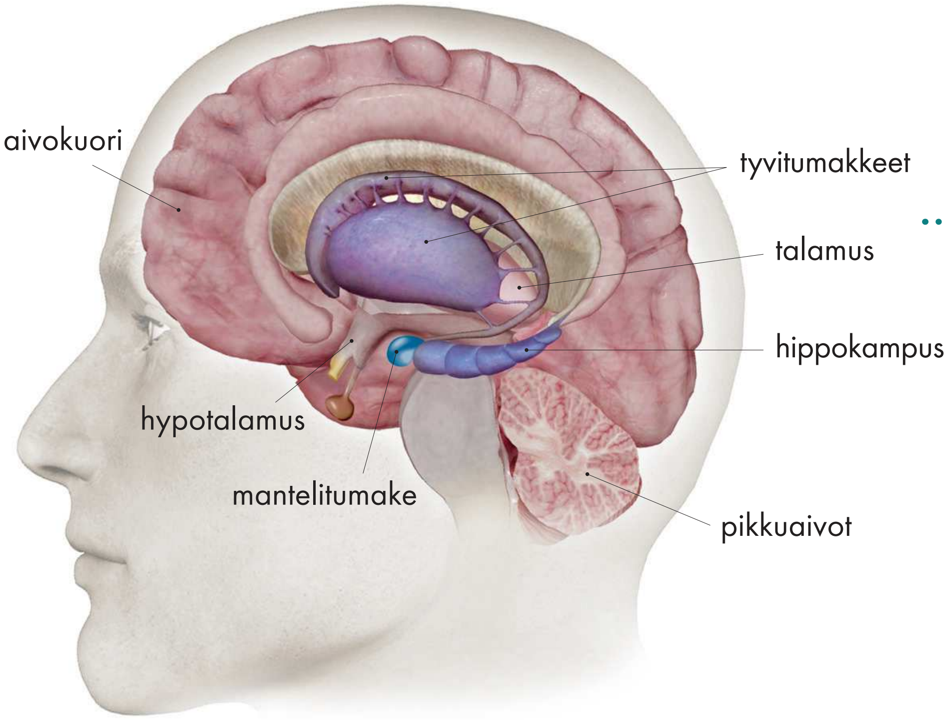
Konsolidaatio tarkoittaa hermostollista prosessia, jossa jokin muistissa työstettävä asia lujittuu ja vahvistuu niin, että siitä jää muistijälkiä säilömuistiin. On esitetty, että aivojen limbisessä järjestelmässä sijaitseva **hippokampus** ja sen läheiset aivoalueet toimivat konsolidaation aikana tiedon väliaikaisena varastona ja ohjaavat muistijäljen muodostumista ja lujittumista aivokuorella.

Hippokampus on erittäin tärkeä tapahtumiin liittyvien muistojen tallentumisessa aivokuorelle ja niiden palauttamisessa työmuistin käsittelyyn. Uusimpien tutkimusten mukaan hippokampus aktivoituu myös silloin, kun suunnistaa tutussa ympäristössä ja muistelee reittejä tuntemiinsa paikkoihin. Lisäksi hippokampuksella oletetaan olevan rooli asiamuistojen eli yleistettyjen tietojen tallentamisessa ja palauttamisessa. Tässä prosessissa keskeisiä ovat myös otsa- ja ohimolohkot.

Tutkimusten perusteella aivojen liikeaivokuoret, tyvitumakkeet ja pikkuaivot näyttävät olevan keskeisiä esimerkiksi taitoihin tai liikeratoihin liittyvien muistijälkien luomisessa. Lisäksi mantelitumake on tärkeä tunnepitoisten muistojen prosessoinneissa. Se aktivoituu voimakkaasti esimerkiksi pelkoihin liittyvissä muistoissa. Onkin ehdotettu, että mantelitumakkeella on tärkeä rooli tunnepohjaisissa muistoissa ja niiden mieleen painamisessa. Mantelitumakkeen aktivoituminen voikin olla yhteydessä siihen, että voimakkaita tunteita herättäneet tapahtumat muistetaan helposti.

Hermoston tasolla **rekonsolidaatio** eli uudelleen lujittuminen voi selittää muistojen muokkaantumista. Kun muistijälkeä palautetaan työmuistin käsittelyyn, muisto aktivoituu uudelleen ja on täten osittain hauraassa ja muokattavassa tilassa. Tällöin havainnot ja skeemat voivat myös muokata muistoa. Esimerkiksi kun kaksi ystävää muistelee yhdessä vuosia sitten järjestettyjä syntymäpäiväjuhlia, he saattavat nostaa esille täysin erilaisia muistoja tai näkökulmia. Ystävät saattavat tällöin täydentää omaa muistoaan toisen kertomilla asioilla ja faktoilla. Myöhemmin muistoa palautettaessa nämä kerrotut tapahtumat saattavat tuntua itse muistetuilta, vaikka ne eivät alun perin sitä olisikaan olleet.

Miksi hajut voivat herättää voimakkaita ja tunnepitoisia muistoja? Uusimpien tutkimusten mukaan tämä voisi johtua siitä, että hajutieto välittyy nenästä suoraan käsiteltäväksi aivojen aistialueelle, joka sijaitsee lähellä tunteiden käsittelyyn osallistuvaa mantelitumaketta.



Säilömuistin toimintoihin osallistuu useita eri aivoalueita.Esimerkiksi hippokampus näyttäisi olevan keskeinen tietomuistojen tallentumisessa, pikkuaivot ja tyvitumakkeet taitojen implisiittisessä tallentamisessa. Mantelitumake puolestaan aktivoituu erityisesti tunnepohjaisten muistojen tallentamisessa ja palautuksessa.

Unohtaminen

Muistin toimintaan liittyy läheisesti unohtaminen. **Unohtaminen** tarkoittaa jonkin muistisisällön katoamista jossakin muistiprosessin vaiheessa. Unohtamista tapahtuu niin aistimuistissa, työmuistissa kuin säilömuistissakin. **Hermann Ebbinghaus** (1850–1909) teki jo 1800-luvulla kuuluisia unohtamiskokeita. Hän havaitsi, että unohtaminen oli nopeinta heti asian opettelun jälkeen. Mitä pidempi aika oppimistilanteesta kului, sitä vähemmän unohtamista tapahtui. Tätä voi selittää se, että aluksi heikoimmin tallennetut muistijäljet häviävät, kun taas paremmin muistiin painetut asiat kestävät pidempään eivätkä unohdu niin helposti myöhemmin. Tämä ei kuitenkaan selitä kaikkea unohtamista, sillä myös pidempään säilyneet muistot voivat unohtua ja haalistua.

Osa muistosta voi ajan kuluessa hiipua esimerkiksi niiden käytön vähäisyydestä johtuen. **Unohtamisen hiipumisteoria** selittää unohtamista sillä, että vähän käytetyt muistisisällöt haalistuvat ja hiipuvat vähitellen pois. Toisen näkökulman mukaan unohtamiseen voi vaikuttaa myös muistisisältöjen sekoittuminen. Jos esimerkiksi ihminen pyrkii painamaan mieleensä ystävänsä uuden osoitteen, joka on hyvin samanlainen kuin hänen aiempi osoitteensa, voi aiemmin mieleen painettu osoite häiritä uuden osoitteen muistamista. Toisaalta uusi tieto voi häiritä jo tallennettua tietoa, jos asia on hyvin samankaltainen. Esimerkiksi jos kitaristi opettelee uuden kappaleen, jonka jokin osuus on samanlainen aiemmin opetellun kappaleen kanssa, aiemman kappaleen muistiin palauttaminen voi olla hetkellisesti haastavampaa.

Biologisella tasolla unohtaminen näyttäytyy hermosolujen välisten synaptisten yhteyksien rappeutumisena. Esimerkiksi aivovauriot, aivojen toimintaan vaikuttavat lääkeaineet tai vain hermosolujen luontainen kuolema voivat selittää unohtamista.

Unohtamista ei tulisi pitää ainoastaan kielteisenä asiana. Ne muistot, joita ei tarvita tai joita ei muistella, haalistuvat herkemmin. Tällä tavoin muisti tehostaa toimintaansa vahvistamalla niitä muistoja, joita palautetaan, ja vaimentamalla niitä muistoja, joita ei käytetä. Kaikkea koettua ei myöskään ole oleellista tai edes hyödyllistä muistaa.

Voimme osittain myös vaikuttaa siihen, mitä muistoja palautetaan mieleen ja mitä ei. Ihminen voi esimerkiksi välttää paikkoja, jotka herättävät ikäviä muistoja, tai pyrkiä palauttamaan mieleensä positiivisia muistikuvia negatiivisten sijaan. Omaan tunnetilaan ja toimintaan voi osittain pyrkiä vaikuttamaan sillä, millaisia muistoja käy mielessään läpi. Tutkimuksissa on lisäksi havaittu, että ihmisillä on automaattinen taipumus palauttaa mieleensä positiivisia muistoja tapahtumista. Tämä taipumus näyttää lisääntyvän, mitä vanhemmaksi ihminen tulee.

On ehdotettu, että traumaattisiin tapahtumiin liittyvät muistot voidaan tiedostamattomasti torjua mielen suojelemiseksi. Esimerkiksi psykoanalyysin kehittäjän Sigmund Freudin näkemyksissä lapsuuden torjutuilla muistoilla oli suuri rooli yksilön toiminnan selittäjinä. Torjutuista muistoista on kuitenkin ristiriitaista todistusaineistoa. Lisäksi muistojen muokkaantuvuus lisää epävarmuutta siitä, voiko esimerkiksi lapsuuteen liittyviä traumaat-

Oikeuspsykologian dosentti Julia Korkman työskentelee HUS:n lasten ja nuorten oikeuspsykiatrian yksikössä. Hän esimerkiksi kouluttaa poliiseja ja oikeuslaitoksen edustajia siihen, miten hyväksikäyttöepäilyjen kohteeksi joutuneiden lasten kertomusten luotettavuutta pitäisi arvioida. Korkman on huomioinut, että valemuistojen istuttamista johdattelun avulla voi tapahtua helposti.

tisia muistoja jopa luoda yksilöille esimerkiksi johdattelun kautta. Traumaattisten ja tunnepitoisten tapahtumien kohdalla voi pikemminkin käydä niin, että voimakas muisto palautuu mieleen liiankin helposti. Traumaperäinen stressihäiriö (PTSD) voi kehittyä onnettomuuden, kuoleman kohtaamisen tai jonkin muun voimakkaan traumaattisen kokemuksen jälkeen. Stressihäiriössä ihminen kokee voimakkaita pelon ja ahdistuksen tunteita ja traumaattinen muisto palautuu usein voimakkaana mieleen. Hoitomuotona käytetään usein esimerkiksi terapiaa ja traumaan liittyvien mielikuvien muokkaamista.

Muistin vaikeudet ja häiriöt

Muisti ei aina toimi halutulla tavalla. Muistin toiminnan tiedostaakin yleensä vasta silloin, kun jotakin asiaa ei saa mieleensä. Muistin toiminnan puutteet ovat useimmiten normaaleja. Stressaava tilanne, väsymys, tarkkaavaisuuden ja valppauden väheneminen, univaikeudet, ahdistuneisuus tai vaikkapa huomioita häiritsevät kiputilat voivat vaikeuttaa muistin toimintaa. Lisäksi esimerkiksi lääkkeet tai alkoholi saattavat vaikuttaa hetkellisesti siihen, että muistisisältöjen käsittely, tallennus tai palautus ei onnistu. Myös jotkin mielenterveyden häiriöt, kuten masennus, voivat vaikeuttaa muistamista. Jos masennuksesta kärsivä henkilö ei jaksa keskittyä eikä hänellä ole energiaa työstää muistettavaa asiaa, muistamisessa voi ilmetä ongelmia.

Muistitoimintojen heikkeneminen kuuluu vanhenemiseen, mutta säilömuistin monien osa-alueiden toiminta säilyy vanhuudessa usein hyvänä. Tutkimuksissa on havaittu, että elämän varrella kartutetut kognitiiviset tiedot sekä koulutus, harrastukset, monipuoliset sosiaaliset kontaktit ja muut virikkeet hidastavat vanhuudessa tapahtuvaa muistin heikkenemistä. Muistin käyttö, uusien asioiden opiskelu ja haasteet näyttäisivät tekevän muistille hyvää.

Muistin ajoittaiset toimintavajaukset ovat osa normaalia elämää, mutta kyse voi olla myös muistin häiriöistä. **Amnesia** tarkoittaa muistihäiriötä, joka voi aiheutua esimerkiksi aivovauriosta tai aivojen sairaudesta, kuten Alzheimerin taudista. **Alzheimerin tauti** on aivojen rappeumasairaus, joka vaikeuttaa yleensä ensimmäisenä muistitoimintoja ja aiheuttaa dementiaa. **Dementia** on oireyhtymä, johon kuuluu usein muistin ja muiden kognitiivisten toimintojen heikentymistä. Myös jotkin lääkkeet tai huumausaineet voivat aiheuttaa amnesian oireita, jotka eivät kuitenkaan ole aina pysyviä.

Amnesioita voi jaotella anterogradisiin ja retrogradisiin amnesioihin. **Anterogradinen amnesia** tarkoittaa eteenpäin suuntautuvaa muistinmenetystä. Toisin sanoen henkilö ei pysty muodostamaan uusia muistoja vaurion jälkeisestä ajasta. Esimerkiksi luvun alussa esitelty H. M. kärsi vakavasta anterogradisesta amnesiasta eikä pystynyt muodostamaan uusia tietoisia muistoja vaurion jälkeisestä ajasta. **Retrogradinen amnesia** tarkoittaa aivovauriosta johtuvaa taaksepäin suuntautuvaa muistinmenetystä, jossa henkilö ei pysty muistamaan vauriota edeltäneitä asioita. Tuolloin useimmiten hankalinta on muistaa etenkin aivovaurion syntymistä lähellä olleita asioita.

Mitä kauemmas muistoissa ajallisesti mennään, sitä paremmin ne yleensä säilyvät. Esimerkiksi muistisairas vanhus voi muistaa lapsuudessa ja nuoruudessa syntyneitä muistoja. Useimmiten amnesiapotilailla tapahtumamuisti häiriintyy voimakkaammin kuin muut pitkäkestoisen muistin osa-alueet. Uudemmat ja ajallisesti lähempänä olevat muistot häiriintyvät todennäköisemmin. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että vanhemmat muistijäljet ovat lujittuneet paremmin.

TEHTÄVÄT

1. Selitä omin sanoin, mitä eroa on tieto- ja taitomuistilla.

2. Laadi luvussa olevien tietojen pohjalta sopivat kysymykset seuraaviin vastauksiin:

a) koska asiamuistin tieto on usein organisoitunut erilaisten luokittelujen ja kategorioiden kautta

b) muistin rekonstruktiivisuus

c) ainakin liikeaivokuoret, pikkuaivot ja tyvitumakkeet

d) hippokampus

e) retrogradinen amnesia.

3. On sanottu, että ”unohtaminen on tarttuvaa”. Pohdi luvun tietoja hyödyntäen, pitääkö väite paikkansa.

4. Laadi luvun tietojen perusteella lukiolaiselle viiden vinkin lista muistojen tehokkaasta tallennuksesta ja palautuksesta säilömuistista.

5. Etsi lisätietoa Alzheimerin taudista. Mistä sairaus johtuu, miten se vaikuttaa yksilön elämään ja miten sitä hoidetaan?

6. Kuinka lähtisit tutkimaan, miten tunnetilat vaikuttavat muistijälkien tallentumiseen ja niiden palauttamiseen lukion oppitunneilla? Laadi tutkimussuunnitelma.

Keskeiset käsitteet

- säilömuisti tai pitkäkestoinen muisti
- tietomuisti
- taitomuisti
- rekonstruktiivisuus
- tallennus
- haku ja palautus
- hippokampus
- amnesia

III JAKSON PROJEKTITEHTÄVÄT

KOGNITIIVISEN JA NEUROPSYKOLOGISEN TIEDON SOVELTAMINEN

Miksi autolla ajaminen voi aluksi tuntua vaikealta?

Selitä psykologisen tiedon pohjalta, miksi autolla ajaminen voi aluksi tuntua vaikealta, mutta kokemuksen myötä se helpottuu. Pohdi kysymystä niin, että hyödynnät ainakin kolmea alla olevaa oppikirjan luvuissa esitettyä teemaa. Muista perustella pohdintasi.

Voit käyttää apuna oppikirjan lisäksi internetiä tai muita tietolähteitä. Merkitse lähteet vastausten loppuun.

LUKUJEN TEEMAT

Luku 1

- skeemat, havaintokehä

Luvut 3–5

- keskushermosto, autonominen hermosto, hermoston plastisuus, välittäjäaineet, hormonit

Luku 6

- havaitseminen

Luku 7

- valikoiva ja jaettu tarkkaavaisuus

Luku 8

- työmuisti

Luku 9

- säilömuisti, muistin rekonstruktiivisuus

Luku 10

- analyyttinen ja intuitiivinen ajattelu, ajattelun automatisoituminen

Luku 11

- kielelliset toiminnot

PROCOPÉ & HORNBORG
FJORD
FROSMO
HINTA
HURRIKAANI

2013

IV

KORKEAMMAT KOGNITIIVISET TOIMINNOT

10 *Ajattelu* **116**

11 *Kielelliset toiminnot* **128**

• *Projektitehtävät: Asiantuntijuus* **138**

Rubikin kuutio -kilpailuissa ratkaistaan erilaisia kuutioita eri lajeissa. Eräässä niistä kilpailijan tulee ratkaista kuutio alkuasetelman näkemisen jälkeen silmät sidottuina, toisessa taas mahdollisimman nopeasti ja kolmannessa varpaillaan. Ennen kilpailuja ratkoja perehtyy satoihin eri tapoihin sekoittaa kuutio ja harjoittelee yhä uudelleen kuution ratkaisemisen metodeja. Kun kilpailija näkee sekoitetun kuution, hän hakee muististaan sopivat siirrot ongelman ratkaisemiseksi. Pohdi, mikä Rubikin kuutioissa viehättää.

10 AJATTELU

Mitä on ajattelu?

Kognitiivisiin perustoimintoihin luetaan yleensä havaitseminen, tarkkaavaisuus ja muisti. Ylemmän tason kognitiivisina toimintoina pidetään esimerkiksi ajattelua ja kieltä.

Ajattelu on monimutkaista kognitiivista toimintaa, jossa käsitellään havainto- ja muistitietoa esimerkiksi päättelemällä, tekemällä valintoja, ratkaisemalla ongelmia, luokittelemalla ja muodostamalla käsitteitä. Ajatellessaan ihminen käsittelee mielessään ympäristöstä havaitsemaansa tietoa eri muistijärjestelmien avulla ja järjestää sitä uudelleen. Ajattelun avulla pystymme muodostamaan erilaisia malleja todellisuudesta. Ajatteluun vaikuttavat monet tekijät, kuten valikoiva tarkkaavaisuus, tilanne ja kulttuuri.

Ihmisellä on monta ajatteluprosessia käynnissä koko ajan. Ajattelua voi tarkastella tutkimalla sen eri muotoja, jolloin yleensä tarkoitetaan ongelmanratkaisua, päätöksentekoa ja päättelyä. Toisaalta jotkut tutkijat ovat huomauttaneet, että ajattelun jakaminen eri muotoihin on sinänsä mielivaltaista, koska ihminen käyttää samaa kognitiivista järjestelmää kaiken tyyppisessä ajattelussa.

Kaksoisprosessointi

Ovatko ihmiset järkiperäisesti ajattelevia olentoja? Ajattelua ja laajemminkin tiedonkäsittelyä koskevien tutkimusten perusteella tähän kysymykseen voi vastata ”kyllä ja ei”. Monet tutkijat ovat nimittäin päätyneet teoriaan, jonka mukaan ihminen prosessoi tietoa intuitiivisen ja analyyttisen ajattelun avulla. **Intuitiivinen ajattelu** on nopeaa ja perustuu tiedostamattomaan tiedonkäsittelyyn, kun taas **analyyttinen ajattelu** on hidasta ja perustuu tietoiseen tiedonkäsittelyyn. Näistä teorioista käytetään yleensä nimitystä **kaksoisprosessointiteoriat**. Ihminen käyttää molempia prosessointitapoja esimerkiksi ongelmia ratkoessaan, päätöksiä tehdessään ja päätellessään.

Tunnettu kaksoisprosessointiteorioiden kehittäjä on psykologi ja nobelisti **Daniel Kahneman** (s. 1934). Hän käyttää nopeasta, intuitiivisesta ja

Saatamme joskus nähdä kasvoja esimerkiksi puunkuoressa, pilvessä tai paahtoleivissä. Tätä on selitetty sillä, että evoluution tuloksena ihmisen aivot ovat yliviritttyneet esimerkiksi toisten ihmisten havaitsemiseen.

tiedostamattomasta ajattelusta nimitystä järjestelmä 1 ja hitaammasta, analyyttisesta ja loogisemmasta ajattelusta nimitystä järjestelmä 2. Kahneman on osoittanut, että järjestelmä 1 ohjaa hyvin laajasti ihmisen ajattelua ja käyttäytymistä. Suomessa kaksoisprosessointia ovat tutkineet esimerkiksi psykologi **Marjaana Lindeman** (s. 1954) tutkimusryhmineen ja kognitiivisessa uskontotieteessä teologi **Ilkka Pyysiäinen** (s. 1959).

Kaksoisprosessointi ei ole arkikielestä tuttua ”tunne vai järki -ajattelua” eikä tarkoita esimerkiksi sitä, että yksilö tekisi päätöksiä joko tunteiden tai järjen ohjaamana. Sen sijaan kyse on tiedonkäsittelyn tiloista ja ajattelun tyyleistä. Lisäksi on tärkeä huomata, että tunteet ovat mukana kaikessa ajattelussamme.

Intuitiivinen ja analyyttinen ajattelu ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Esimerkiksi sellaisissa arjen tilanteissa, joissa ongelmaa ratkottaessa tai päätöstä tehtäessä ei yksinkertaisesti ehdi hankkia objektiivista tietoa tai sitä ei ole saatavilla, ihmisen toiminta perustuu pitkälti intuitiiviseen ajatteluun. Silloin taas, kun esimerkiksi yritetään selvittää jotakin asiaa kriittisesti, tarvitaan nimenomaan analyyttista ajattelua. Tieteelliseen tutkimukseen perustuva analyyttinen tieto vaikkapa ilmastonmuutoksesta on välttämätöntä, jotta ilmastokriisin estämiseksi voidaan tehdä tarvittavia toimenpiteitä.

KAKSOISPROSESSOINTI

INTUITIIVINEN AJATTELU	ANALYYTTINEN AJATTELU
ei kielellistä	kielellistä, symbolista
nopeaa	hidasta
kokemusperäistä	loogista
kehollista (sidoksissa aistitoimintoihin)	muuttuu lisätiedon myötä
ei yhteydessä älykkyyteen	yhteydessä älykkyyteen
kohdentuu tuttuun	kohdentuu uuteen
konkreettista	myös abstraktia
lajinkehityksellisesti vanhaa	lajinkehityksellisesti uutta
evolutionäärinen järkiperäisyys	yksilöllinen järkiperäisyys
hyvä–paha-arviot	tosi–epätosi-arviot

Taulukko mukailtu lähteestä Lindeman, M. (2016). Ajattelun keskeisiä aihealueita-luento.

Usein analyyttinen ajattelu alkaa silloin, kun alamme oikeasti miettiä, mitä ajattelemme jostakin tai kun joku kysyy sitä meiltä suoraan. Muuten toimimme paljolti intuitiivisen järjestelmän pohjalta. Tätä havainnollistaa **priming**-ilmiö eli alustaminen tai virittäminen. Edeltävät ärsykkeet vaikuttavat seuraavien ärsykkeiden käsittelyyn niin, että äskettäin käsitelty tieto on helposti saatavilla. Esimerkiksi hetki sitten kuultu asia saa ihmisen ajattelemaan tietyllä tavalla. Jos esimerkiksi opettaja puhuu opiskelijoille valkoisesta väristä ja pyytää hetken päästä heitä miettimään jotakin juomaa, opiskelijat miettivät todennäköisesti maitoa.

Kaksoisprosessointiteorioita on kritisoitu siitä, että niissä käytetään monia rinnakkaisia, jopa epämääräisiä käsitteitä. Lisäksi ne ottavat vain vähän kantaa tunteiden merkitykseen tiedonkäsittelyssä. Kritiikistä huolimatta kaksoisprosessointiteoriat tunnustetaan laajasti psykologiassa ja muissakin ajattelua tutkivissa tieteissä ja niitä tukee runsas tutkimusnäyttö.

Intuitiivinen ajattelu

Jos joku kertoo ostaneensa uudet farkut siksi, että ajatus tuntui hyvältä, vaikuttaa päätös syntyneen intuitiivisesti. **Intuitio** tarkoittaa tiedostamattomasti syntynyttä tietoista vaikutelmaa jostain asiasta. Ihmisen on siis vaikea selittää intuition perusteita. Intuitio on olennainen osa ajattelua. Se on tarpeellista sekä arkielämässä että monimutkaisissa kognitiivisissa toiminnoissa, kuten ongelmanratkaisussa ja uuden luomisessa. Moni taiteilija, tutkija tai suunnittelija saattaa kokea, että intuition rooli luovassa prosessissa on hyvin tärkeä. Parhaisiin lopputuloksiin päästään usein yhdistelemällä intuitiivista ja analyyttista ajattelua.

Intuitiivinen ajattelu on automaattiseen, tiedostamattomaan tiedonkäsittelyyn pohjaavaa ajattelua. Se on suoraan kytköksissä aistitoimintoihimme. Intuitiivinen ajattelu on hyvin nopeasti tapahtuvaa asioiden luokittelemista esimerkiksi samankaltaisuuden perusteella sekä ilmiöiden yhteen kytkemistä sen perusteella, mitkä tapahtumat seuraavat toisiaan. Jos ihminen on esimerkiksi syönyt suklaakakkua ja seuraavana aamuna nenänpieleen on ilmestynyt finni, hän saattaa ajatella finnin olevan seurausta suklaakakun syömisestä. On myös esitetty, että ennakkoluulot, stereotypiat ja taikausko edustavat intuitiivista ajattelua.

Tennispelaaja Rafael Nadal asettelee ennen pelejään kaksi vesipulloaan tarkasti riviin siten, että etiketit osoittavat kentän siihen suuntaan, jossa hän pelaa. Koputatko sinä koskaan puuta, ristit sormesi tai et kävele tikapuiden ali huonon onnen välttämisen toivossa?

Intuitiivisen ajattelun katsotaan kehittyneen vastaamaan ympäristön haasteisiin ihmislajin kehittyessä. Selviytyäkseen hengissä ihmisen on täytynyt pystyä päättelemään nopeasti, mikä ympäristössä on vaarallista, turvallista tai yhdentekevää. Intuitiivinen ajattelu palvelee edelleen hengissä säilymistä. On esimerkiksi paljon parempi luulla tiellä lojuvaa oksaa käärmeeksi ja säikähtää sitä turhaan, kuin jäädä analysoimaan, onko kyseessä varmasti käärme ja jos on, niin minkä lajin edustaja se on ja onko se myrkyllinen. Intuitiivinen ajattelu on siis nopeaa ja usein tehokasta, mutta toisaalta se voi johtaa virheisiin.

Analyyttinen ajattelu

Analyyttinen ajattelu on tietoiseen tiedonkäsittelyyn perustuvaa kielellistä ajattelua, joka kehittyy iän ja koulutuksen myötä. Nopeaa ja intuitiivista ajattelua ei voi niin sanotusti kytkeä pois päältä, mutta sen lisäksi tai sen pohjalta ihminen voi pohtia ajatuksiaan ja tulkintojaan analyyttisesti.

Analyyttisen ajattelun katsotaan kehittyneen evoluutiossa, kun ihminen on alkanut käyttää kieltä yhä monimutkaisemmaksi käyvässä ympäristössä. Analyyttinen ajattelu perustuu tietoon ja tiedon luotettavuuteen. Siinä erotellaan tosiasiat epätosista. Keskeistä on **rationaalisuus** eli järkiperäisyys. Tieteellinen ajattelu edellyttää rationaalista ajattelua, samoin myös sellainen arkiajattelu, joka vaatii esimerkiksi puolueetonta päättelyä.

Analyyttisesti ajatellessaan ihminen pystyy irrottautumaan välittömistä aistihavainnoista ja tarkastelemaan asioita abstraktisti eli käsitteiden avulla. Tällöin hän osaa perustella tekemiään päätelmiä tai päätöksiä. Esimerkiksi ammatilliseen tutkintoon tähtäävä nuori voi valita koulunsa siten, että vertailee itseään kiinnostavia vaihtoehtoisia koulutuslinjoja. Jos nuori on kiinnostunut sosiaali- ja terveysalasta, hän voi selvittää, millaista työtä esimerkiksi parturi-kampaajat, kosmetologit ja lähihoitajat tekevät, millainen työllisyystilanne kyseisillä aloilla on ja mitä palkkaa töistä maksetaan. Saamansa tiedon perusteella nuori pystyy tekemään valintansa ja erittelemään siihen vaikuttaneet syyt.

Useiden kaksoisprosessointia tutkineiden mukaan ihmiset eivät ole luontaisesti rationaalisia vaan ajatuksemme muodostuvat pääasiassa intuitiivisesti. Kuitenkin esimerkiksi elämää uhkaavan ilmastonmuutoksen tai ydinsodan estämisen kannalta analyyttinen ajattelu on ensisijaisen tärkeää. Kuva on ilmastonmuutokseen liittyvästä mielenosoituksesta Helsingissä 2014.

TUTKI JA POHDI!

Miksi ihminen uskoo yliluonnolliseen?

Hae internetistä tietoa, millaisia selityksiä tutkimuksissa on esitetty yliluonnollisille uskomuksille. Valitse niistä kolme ja pohdi, mitä mieltä olet niistä. Perustele mielipiteesi.

Hakusanoja: *yliluonnolliseen uskominen, kognitiotiede, psykologia*

Ihminen "kognitiivisena laiskurina"

Kaksoisprosessointi aiheuttaa sen, että teemme ajattelun virheitä ja oikomisia. Ihmisten taipumus toimia intuitiivisen uskomuksen pohjalta tulee esiin esimerkiksi silloin, kun järkiperäisesti päätelty johtopäätös ei ole intuitiivisesti uskottava. Kanadalainen psykologi **Keith E. Stanovich** (s. 1950) nimittääkin ihmisiä ”kognitiivisiksi laiskureiksi”, jotka eivät välttämättä luota päättelyn seurauksena syntyneeseen johtopäätökseen. Intuitiiviset prosessit myös häiritsevät helposti analyyttisia prosesseja. Tämä ilmenee seuraavassa ongelmassa: *”Jack katsoo Annea, mutta Anne katsoo Georgea. Jack on naimisissa, mutta George ei ole. Katsooko naimisissa oleva henkilö naimatonta henkilöä? A. Kyllä, B. Ei, C. Ei voida määritellä”*

Mitä sinä vastasit edelliseen ongelmaan? Yli 80 prosenttia ihmisistä valitsee vaihtoehdon C. Oikea vastaus on kuitenkin A. Näin ongelma tulisi ajatella loogisesti: Anne on ainoa henkilö, jonka siviilisäätyä ei tiedetä. Täytyy siis ajatella molempia vaihtoehtoja, joko hän on naimisissa tai naimaton. Jos Anne on naimisissa, oikea vastaus on A: Hän olisi naimisissa oleva henkilö, joka katsoo naimatonta henkilöä eli Georgea. Jos Anne taas ei ole naimisissa, oikea vastaus on edelleen A. Tässä tapauksessa Jack on naimisissa oleva henkilö, ja hän katsoo Annea eli naimatonta henkilöä. Emme siis siirry intuitiivisesta ajattelusta analyyttiseen vaan enemminkin intuitiivinen ajattelu kilpailee analyyttisen ajattelun kanssa.

Tutkimustulosten perusteella on esitetty, esitetty, että henkilön sukupuoli, arvot tai älykkyys eivät vaikuta siihen, kuinka paljon ihmiset nojautuvat intuitioon tai analyyttiseen ajatteluun. Ihmiset kuitenkin näyttävät eroavan sen suhteen, kumpaa tyyliä heillä on taipumus käyttää ajattelussaan. Lisäksi on hyvä huomata, että kenellä tahansa ihmisellä koulutuksesta riippumatta voi olla ei-tieteelliseen tietoon perustuvia uskomuksia.

Analyyttiseen ajatteluun vahvasti nojaava henkilö arvostaa tyypillisesti järkiperäistä argumentointia ja tieteellistä tietoa. Hän jäsentää maailmaa ajattelun avulla erilaisten suhteiden järjestelmänä ja ymmärtää esimerkiksi sen, että erilaiset säännöt ja luokitukset voivat olla erilaisia eri kulttuureissa.

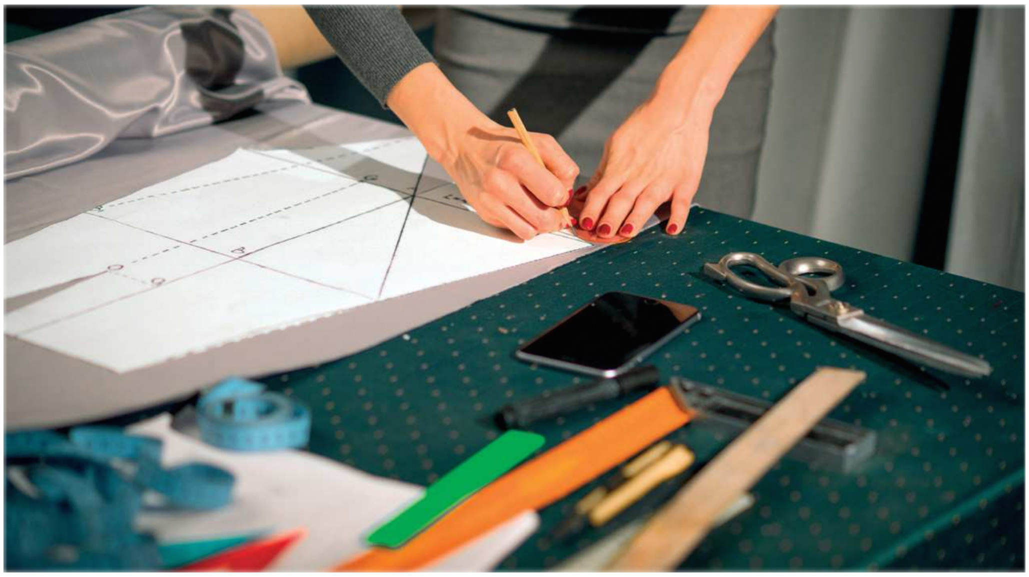
Vaikka intuitiivista ajattelua pidetään tutkimusten perusteella ihmisille tyypillisimpänä ajattelun muotona, on analyyttinen ajattelu älykkyyden olennainen piirre. Se mahdollistaa ylemmän tason kognitiiviset toiminnot, kuten ongelmanratkaisun, päättelyn ja päätöksenteon.

Ongelmanratkaisu

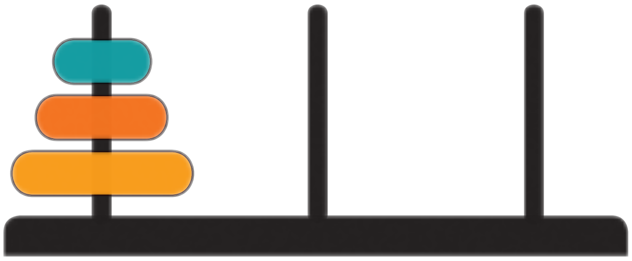
Ongelmanratkaisu on ajattelun muoto, jossa tähdätään tiettyyn päämäärään. Se ei nojaa ainoastaan tietoiseen tiedonkäsittelyyn, vaan se sisältää myös tiedostamatonta toimintaa. **Ongelma** voidaan määritellä uudenlaiseksi tilanteeksi, jonka välittömään ratkaisuun henkilöllä ei ole olennaista tietoa tai välineitä. Esimerkiksi jokin laskutoimitus voi olla monelle ihmiselle ongelma, mutta se ei välttämättä ole sitä alan asiantuntijalle, kuten matemaatikolle. Myös ihmissuhteissa joudutaan ajoittain ratkomaan erilaisia ongelmia, kuten vaikkapa vanhemman ja lapsen välisiä erimielisyyksiä pelaamisesta tai parisuhteessa mustasukkaisuudesta syntyviä ristiriitoja. Ongelmanratkaisussa on siis kyse siitä, kuinka saavuttaa päämäärä, joka ei ole itsestään selvästi saatavilla.

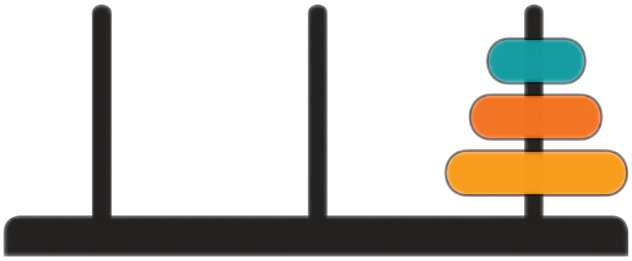
Ongelmanratkaisuun vaikuttavat monet eri asiat. **Biologiset tekijät** liittyvät esimerkiksi ongelmanratkaisun hermostolliseen perustaan. Tärkeitä aivoalueita ovat erityisesti otsalohkot sekä ne aivoalueet, jotka ovat keskeisiä työmuistijärjestelmän ja tarkkaavaisuuden kannalta. Ongelmanratkaisun aivoperustaa tutkittaessa on havaittu, että mitä monimutkaisempaa tehtävää ihminen ratkoo, sitä useammilla aivoalueilla esiintyy aktivaatiota.

Psyykkiset tekijät eli mielen toimintaan liittyvät seikat vaikuttavat myös monella tavalla, sillä ongelmanratkaisu esimerkiksi kytkeytyy yksilön tehtävään liittyvään tietoperustaan ja skeemoihin. Motivaatioon ja tunteisiin liittyvät tekijät voivat helpottaa tai vaikeuttaa ongelmanratkaisua, samoin kuin henkilön käsitys omasta pystyvyydestään. Metakognitiiviset taidot liittyvät esimerkiksi siihen, kuinka taitavasti henkilö ymmärtää tehtävän vaatimukset ja kykenee vertailemaan erilaisia tehtävän suorittamiseen soveltuvia strategioita. Hyvälle ongelmanratkaisijalle joustava ajattelu näyttää myös olevan tärkeää, koska se mahdollistaa ongelman tarkastelun monesta eri näkökulmasta. On myös huomattava, että asiantuntijan kyky ratkaista oman alansa ongelmia eroaa huomattavasti vasta-



Pohdi, millaista ongelmanratkaisemista vaatteen suunnittelu ja valmistaminen vaatii.


LÄHTÖTILANNE

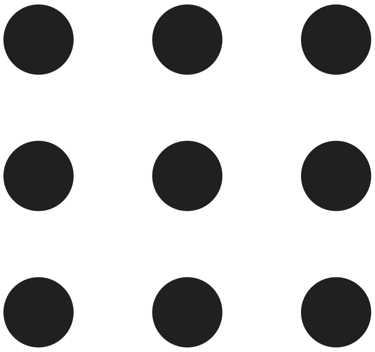

PÄÄMÄÄRÄ

Hanoin torni -ongelmassa on tavoitteena siirtää mahdollisimman vähillä siirroilla vasemmassa kepissä olevat renkaat yksi kerrallaan siten, että ne kaikki ovat lopulta oikeanpuoleisessa kepissä. Isompaa rengasta ei saa missään vaiheessa laittaa pienemmän renkaan päälle. Miten sinä ratkaisisit Hanoin tornin?

alkajasta. Väsyneenä ihminen taas on taipuvainen valitsemaan helppoja ratkaisuja ja ajatteluvirheiden mahdollisuus kasvaa.

Ongelmanratkaisuun vaikuttavat **sosiokulttuuriset tekijät** liittyvät esimerkiksi kulttuuriin ja tilannetekijöihin. Ryhmäilmiönä tunnettu konformisuus näkyy siten, että ryhmässä ongelmaa ratkaistessa tai päätöstä tehdessä yksilö mukauttaa omaa toimintaansa toisten ihmisten vaikutuksen takia. Tätä tapahtuu erityisesti silloin, kun suurin osa ryhmästä on jo päässyt yhteiseen mielipiteeseen, mikä aiheuttaa myöntymisen painetta loppuja ryhmän jäseniä kohtaan. Ongelmanratkaisu ryhmässä on tehokasta silloin, kun ryhmässä pystytään käsittelemään ongelmaa perusteellisesti sekä kehittelemään ja arvioimaan erilaisia ratkaisuehdotuksia ja niiden seurauksia.

Lisäksi on havaittu, että koska analyyttinen ajatteleminen on työlästä ja hidasta, ihmiset turvautuvat ongelmanratkaisussa helposti intuitiiviseen ajatteluun. Monet ongelmat ovat niin monimutkaisia, että nojaamme niitä ratkaistessamme usein vahvasti erilaisiin nyrkkisääntöihin eli heuristiikkoihin, jotka nopeuttavat tiedonkäsittelyä. Niitä esitellään myöhemmin tässä luvussa.



Yhdistä alla olevat 9 pistettä toisiinsa neljällä eri suoralla viivalla niin, ettet nosta kynää välillä. (Ratkaisu on sivulla 163.)

Päätöksenteko

Päätöksenteko tarkoittaa ajattelun muotoa, jossa valitaan jokin toiminta, asia tai uskomus useiden vaihtoehtojen joukosta. Epävarmuutta päätöksentekoon lisää yleensä se, jos eri vaihtoehdoista on vain vähän tietoa. Esimerkiksi lukiolainen joutuu tekemään kurssivalintojensa suhteen ylioppilaskirjoituksiin ja jatko-opintoihin liittyviä päätöksiä, vaikka hänellä ei olisikaan varmaa tietoa siitä, mitä haluaa opiskella lukion jälkeen.

Rationaalinen päätöksenteko perustuu analyyttisen ajattelun käyttämiseen ja **intuitiivinen päätöksenteko** intuitiivisen ajattelun käyttämiseen. Päätöksenteon tulee monesti olla tehokasta, joskus jopa salamannopeaa. Siksi nojaudumme helposti päätöksiä tehdessämme intuitiiviseen ajatteluun, sillä analyyttinen ajattelu on työlästä ja hitaampaa. Englantilainen psykologi Jonathan Evans onkin esittänyt, että käyttäytymisemme päätöksentekotilanteissa ei ole niin kontrolloitua kuin itse luulemme. Myös se, miten päätöksenteossa on aiemmin onnistuttu, vaikuttaa myöhempiin päätöksentekoa vaativiin tilanteisiin. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että **emootiot** eli tunteet ovat keskeisessä roolissa päätöksenteossa.

Suomalainen tutkija **Lauri Nummenmaa** (s. 1977) esittää, että aivojen tunnejärjestelmät vaikuttavat huomaamattomasti toimintaamme ja päätöksentekoomme koko ajan. Tunteiden viriämisen ansiosta meidän ei tarvitse käsitellä jokaista päätöstä tietoisesti erikseen vaan pystymme automaattisesti muodostamaan nopeita arvioita havainnon hyödyllisyydestä ja haitallisuudesta, miellyttävyydestä ja epämiellyttävyydestä, sekä toimimaan sen mukaisesti. Tunteiden merkitys ihmisen toiminnalle näyttää olevan niin suuri, että tunteiden käsittelyyn osallistuvien aivojen alueiden vaurioitumisesta seuraa arjessa selviytymiselle lähes yhtä suuria vaikeuksia kuin ajatteluun ja päättelyyn osallistuvien alueiden vaurioitumisesta.

Päättely on ajattelua, jossa ihminen soveltaa oppimiaan tietoja ja taitoja tiettyihin tilanteisiin. Sitä tarvitaan usein myös päätöksenteossa ja ongelmanratkaisussa. Vaikka looginen ja rationaalinen päättely vaatii monimutkaisia ajattelutoimintoja, on arkielämän tilanteissa päättely usein melko automaattista. Monissa tutkimuksissa (ks. esim. Kahneman & Frederick, 2002) on havaittu, että ihmiset näyttävät suosivan päättelytehtävissä intuitiivista ajattelua sen nopeuden ja helppouden vuoksi.

Heuristiikat

Kun ratkaisemme ongelmia, teemme päätöksiä tai päättelemme, on tavallista turvautua heuristiikkoihin. **Heuristiikka** on eräänlainen nyrkkisääntö – mikä tahansa yksinkertainen periaate tai valmis ratkaisumalli, joka mahdollistaa nopean reagoinnin ongelmaan. Heuristiikat ovat eräänlaisia ajattelun oikopolkuja, joiden avulla ihminen pääsee yleensä varsin lyhyessä ajassa riittävän lähelle hyvää lopputulosta.

Heuristiikkoja on tutkittu ja määritelty jo 1960–1970-luvuilta lähtien. Kahnemanin ja Tverskyn mukaan yleisimmät ovat ankkurointi sekä saatavuuden ja edustavuuden heuristiikka.

Ankkurointi on heuristiikka, joka tarkoittaa taipumusta antaa liikaa painoa ensimmäiselle havainnolle tai tiedolle. Päätöstä siis ohjaa

Alennusmyynneissä ankkurointia on esimerkiksi se, että tuote saatetaan ensin ylihinnoitella. Sen seurauksena hinta muodostuu ankkuriksi, johon nähden myöhemmin alennettu hinta vaikuttaa halvalta.

annettu tai itse luotu vertailukohta. Kahnemanin ja kumppaneiden suorittamassa tutkimuksessa toiselle ryhmälle esitettiin laskutoimitus 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1 ja toiselle 1 x 2 x 3 x 4 x 5 x 6 x 7 x 8. Ryhmät näkivät laskutoimituksen viiden sekunnin ajan, joten he eivät ehtineet laskea sitä kokonaan. Tämän jälkeen heitä pyydettiin nopeasti arvioimaan kyseisen kertolaskun tulo. Laskevan järjestyksen nähneiden arvioiden keskiarvo oli 2 250 ja nousevan järjestyksen nähneiden 512. Oikea vastaus on 40 320. Järjestys ja lyhyessä ajassa laskettu muutama kertolasku toimi lopullisen arvioinnin lähtöarvona eli vastaus ankkuroitiin siihen.

Saatavuuden heuristiikka tarkoittaa päätöksen tekemistä sen perusteella, kuinka helposti henkilö pystyy palauttamaan vastaavan tilanteen mieleensä tai millainen vaikutelma hänelle on muodostunut asian yleisyydestä. Sitä käytetään yleensä, kun halutaan arvioida jonkin tapahtuman tiheyttä, kuten riskiä joutua liikenteessä vaaratilanteeseen puhelimen käytön vuoksi. Riski peräänajoon on puhelimeen tekstaavalla kuljettajalla kuusinkertainen, mutta jos henkilö ei itse esimerkiksi tunne ketään, jolle olisi näin käynyt, voi hän arvioida riskin pienemmäksi.

Edustavuuden heuristiikka puolestaan on nyrkkisääntö, jota käytetään silloin, kun henkilö pohtii, kuinka suurella todennäköisyydellä asia tai tapahtuma kuvastaa hänellä valmiiksi mielessä olevaa kuvaa. Edustavuuden heuristiikka perustuu samanlaisuuteen. Sitä kuvaa hyvin tilanne, jossa henkilön täytyy päätellä, miten todennäköisesti asia A kuuluu joukkoon B. Jos A:n ajatellaan edustavan hyvin joukkoa B, kuuluu A suurella todennäköisyydellä B:hen.

Kognitiiviset vinoumat

Heuristiikkojen käyttäminen saattaa johtaa kognitiivisiin vinoumiin. **Kognitiivinen vinouma** tarkoittaa ihmisillä esiintyviä taipumuksia hahmottaa ja painottaa informaatiota, havaintojaan ja tulkintojaan tietyllä tavoin. Kognitiiviset vinoumat yksinkertaistavat tiedonkäsittelyä ja voivat siten johtaa helposti päättelyvirheisiin.

Esimerkki kognitiivisesta vinoumasta on **vahvistusvinouma**. Siinä omaa ajattelua vahvistava tieto huomioidaan, kun taas vastakkaista tietoa vähätellään. Esimerkiksi ihminen saattaa keskustella pakolaisista vain sellaisten ihmisten kanssa, joiden tietää olevan kanssaan samaa mieltä tai lukea mediasta sellaisia uutisia, jotka vahvistavat hänen omia ennakkoasenteitaan.

Sädekehävaikutus taas on kognitiivinen vinouma, joka liittyy siihen, että olemme taipuvaisia liittämään hyviä asioita sellaiseen henkilöön, josta pidämme, ja huonoja sellaiseen, josta emme pidä. Esimerkiksi opettaja saattaa olettaa, että kohtelias ja hyväkäytöksinen oppilas on myös erinomainen opiskelija.

Paremmuuden illuusio puolestaan tarkoittaa ihmisen taipumusta yliarvioida omia kykyjään. Esimerkiksi suurin osa kuljettajista, jotka ovat ajaneet pahoja kolareita, pitävät itseään keskivertoa parempina kuljettajina. On myös tavallista, että ihmiset pitävät itseään toisia ihmisiä rehellisempinä ja joustavampina.

Vahvistusvinouma vaikuttaa voimakkaasti päivittäisessä ajattelussamme. Kuinka se voisi näkyä kuvan esittämässä tapauksessa?

TEHTÄVÄT

1. Tee käsitekartta tiedonkäsittelyn kaksoisprosessoinnista.

2. Selitä seuraavat käsitteet ja anna niistä esimerkit: **a)** ajattelu **b)** intuitio **c)** intuitiivinen ajattelu **d)** analyyttinen ajattelu **e)** rationaalisuus.

3. Ovatko ihmiset järkiperäisesti ajattelevia olentoja? Pohdi kysymystä monipuolisesti ja perustele oppimasi psykologian tiedon avulla. Hae tarvittaessa netistä lisätietoa.

4. ”Luotan ihmisistä tekemiini ensivaikutelmiin.” Pohdi, mistä eri syistä ensivaikutelma voi olla virheellinen.

5. Millaiset tekijät vaikuttavat **a)** ongelmanratkaisuun **b)** päätöksentekoon?

6. **a)** Henkilö on juuri kuullut uutisissa lento-onnettomuudesta. Hänen uskonsa lentämisen vaarallisuuteen kasvaa, ja hän alkaa pohtia, pitäisikö hänen lähteä sittenkin autolla kotimaan lomalle. Mistä heuristiikasta on kyse? Perustele.

b) Miten saatavuuden heuristiikka voisi vaikuttaa poliittiseen päätöksentekoon?

c) Ankkurointia käytetään tietoisesti hyväksi markkinoinnissa. Anna tästä esimerkki.

7. Mitkä aivojen alueet ovat tärkeitä ongelmanratkaisun ja päätöksenteon kannalta? Ota selvää esimerkiksi internetin avulla.

Keskeiset käsitteet

- ajattelu
- kaksoisprosessointiteoriat
- intuitiivinen ajattelu
- analyyttinen ajattelu
- ongelmanratkaisu
- päätöksenteko
- heuristiikka
- kognitiivinen vinouma

11 KIELELLISET TOIMINNOT

Monimutkaiset kielelliset toiminnot

Millaista ihmisen elämä olisi ilman kieltä? Mitä muuta kieli on kuin viestintää?

Ajattelun tapaan **kieli** on ylemmän tason kognitiivinen toiminto. Se on symbolijärjestelmä, jonka avulla ihminen jäsentää mielensisäistä kokemusmaailmaansa ja kommunikoi toisten kanssa. Kieltä sanotaan usein ajattelun välineeksi, mutta kieli on mukana muissakin kognitiivisissa toiminnoissa. Esimerkiksi sujuva keskustelu on yksi monimutkaisimpia kognitiivisiin toimintoihin liittyviä tapahtumia, joka edellyttää puhutun kielen havaitsemista, ymmärtämistä ja tuottamista sekä esimerkiksi muistitoimintoja, tarkkaavaisuutta, toiminnanohjausta ja kommunikointiin liittyvien sääntöjen sovellusta.

Kieli on ihmiselle tunnusomainen ominaisuus. Evoluutiossa aivojen kasvun ja hermosoluyhteyksien lisääntymisen myötä ihmiselle kehittynyt puhekyky helpotti sosiaalista vuorovaikutusta ja ryhmässä toimimista huimasti, kun ihmisen ei tarvinnut enää apinoiden tavoin ylläpitää sosiaalisia suhteitaan vain ilmeiden, eleiden, ääntelyiden ja lajitovereidensa sukimisen avulla. Ihmistä pidetäänkin ainoana eläinlajina, joka on kehittynyt sekä biologisesti että kulttuurisesti.

Kielen avulla ihmiset pystyvät opettamaan toisilleen tietoja ja taitoja, välittämään kulttuuria. Yhtäältä kieli kuvastaa sitä maailmaa, jossa yksilö elää, toisaalta kieli myös muokkaa sitä, miten maailmaa hahmotetaan. Kielitieteilijät ovat esimerkiksi laskeneet, että saamelaisilla on noin tuhat poroihin liittyvää käsitettä ja nimitystä, jotka liittyvät porojen sukupuoleen, ikään, ruumiinrakenteeseen, väriin ja sarvien muotoon.

Keskeiset **kielelliset toiminnot** ovat kielen havaitseminen, ymmärtäminen ja tuottaminen. Myös lukemisen ja kirjoittamisen taidot kuuluvat kielellisiin toimintoihin. **Puhe** eli puhuttu kieli ja **kirjoitettu kieli** eroavat monella tavalla siinä, miten niitä tuotetaan ja otetaan vastaan. Puhuminen on yleensä nopeaa ja jossain määrin spontaanimpaa, kun taas kirjoitettua kieltä on

Eri kulttuureissa on erilaisia sääntöjä sille, miten kielellisiä viestejä välitetään toisille ihmisille. Oletko ollut tilanteessa, jossa sinun on ollut vaikeaa ymmärtää, mitä toinen ihminen sinulle kommunikoi?

usein mahdollista suunnitella ja kieliasua korjailla. Niitä myös käytetään tyypillisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa. Puhe on tarkoitettu kuultavaksi ja kirjoitus nähtäväksi.

Kielentutkimuksessa on havaittu, että puhutun ja kirjoitetun kielen erot tulevat ilmi kielen oppimisen tavoissa. Jo sikiöaikana vauvat osoittavat kiinnostusta puheeseen. Sikiö oppii tunnistamaan äidilleen tyypillisen puheen sekä tutustuu tulevan äidinkielensä puheen painotukseen, rytmitykseen ja melodiaan, joilla onkin tärkeä merkitys sanojen oppimisessa. Vauva syntyy lajityypilliseen ympäristöön, jossa puhe on normaali kommunikaatiomuoto. Vauva suuntaa tarkkaavaisuutta puheeseen, etenkin hoivapuheeseen, joka on aikuisen laulunomaista puhetta vauvalle. Sen sävelkulun ansiosta vauvan on helpompi erotella ja tunnistaa kielen äänteitä, tavuja ja sanoja. Hoivapuheeseen kuuluu myös paljon toistoa ja helpotettuja sanamuotoja kuten ”pipi” ja ”hauva”. Pieni lapsi omaksuukin puhuttua kieltä ällistyttävän nopeasti vain kuuntelemalla ja tarkkailemalla omaa ääntelyään sekä jakamalla tarkkaavaisuuttaan lähipiirin ihmisten kanssa. Sen sijaan lukeminen ja kirjoittaminen vaativat tietoista opettelemista. Niihin lapsi harjaantuu myöhemmin, usein lähempänä kouluikää tai koulun aloitettuaan.

Jo varhain on mahdollista oppia myös toinen symbolijärjestelmä ja käyttää kahta kieltä sujuvasti rinnakkain. **Kaksikielisyys** voidaan määritellä eri tavoin. Ikään liittyvän määrittelykriteerin mukaan kaksikielisyys alkaa jo vauvana. Lapsi omaksuu syntymästä lähtien kaksi kieltä lähes samanaikaisesti ennen kolmatta ikävuotta. Kielet voi omaksua myös peräkkäin siten, että toisen kielen omaksuminen alkaa myöhemmin. Aikuisiän kaksikielisyydestä voidaan puhua, kun aikuinen esimerkiksi käyttää kahta kieltä päivittäin.

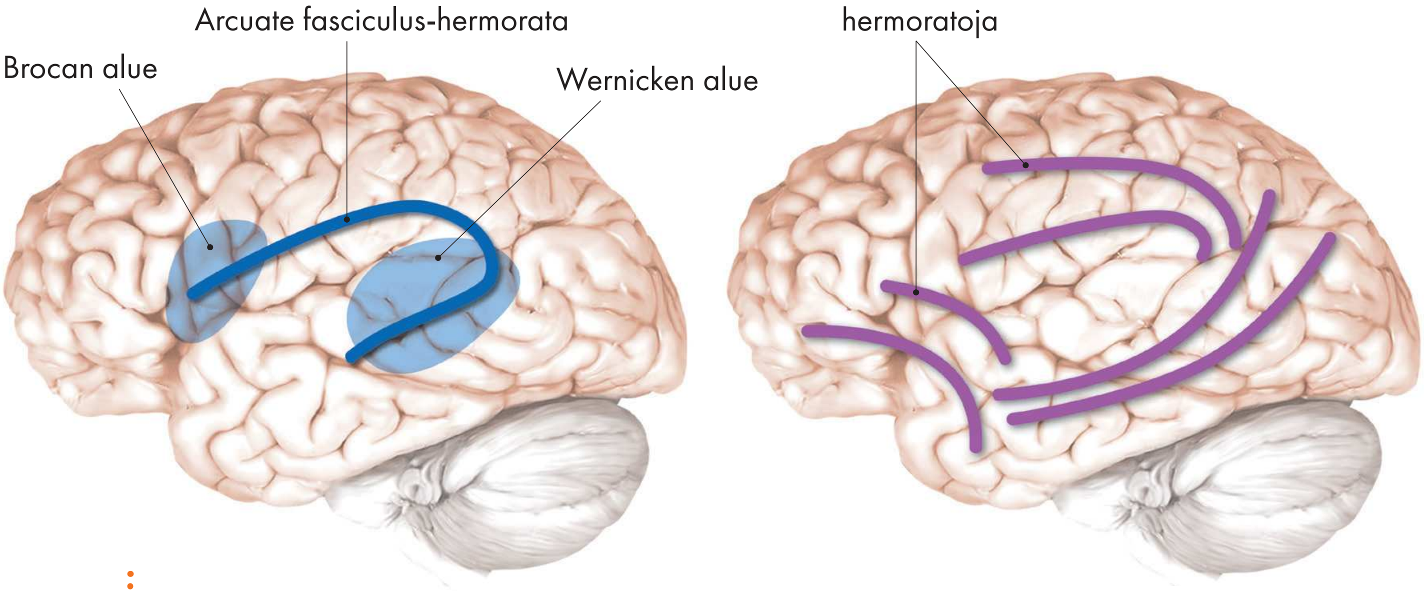
Kielen hermostollinen perusta

Jokapäiväisessä elämässämme havaitsemme, tuotamme ja ymmärrämme kieltä yleensä hyvinkin vaivattomasti. Kaikkia kielellisten toimintojen hermostollisia mekanismeja ei kuitenkaan vielä ymmärretä. Erilaisilla aivotutkimusmenetelmillä saatu tieto on kuitenkin edistänyt huomattavasti tätä ymmärrystä. Esimerkiksi tiedetään, että puhuttu kieli aktivoi aivoissa laajoja alueita, kuten kuulo- ja näköaivokuorta, niitä ympäröiviä alueita sekä motorisia alueita erityisesti aivojen vasemmassa otsalohkossa.

Kielellisissä toiminnoissa näkyy myös **lateralisaatio** eli aivopuoliskojen työnjako. Arviolta 90 prosentilla ihmisistä vasen aivopuolisko on oikeaa tärkeämpi puhumisessa ja puheen ymmärtämisessä. Puheen tuotto ja havaitseminen ovat läheisesti linkittyneet toisiinsa ja muodostavat aivoissa yhtenäisen järjestelmän. Oikea aivopuolisko taas on tärkeä puheen tunnesävyjen prosessoinnissa.

Erityisesti puheen hermostollista perustaa on tutkittu jo pitkään. Ennen aivokuvantamismenetelmien, kuten fMRI:n ja EEG:n, kehittämistä kielellisten toimintojen kannalta tärkeistä aivoalueista saatiin tietoa tutkimalla aivovauriopotilaita. Näiden tutkimusten pohjalta muodostui **klassinen kielen prosessoinnin malli**. Se tarkoittaa 1800-luvun jälkipuolelta lähtien vallinnutta käsitystä, jonka mukaan aivoissa on kaksi keskeistä puhutun kielen käsittelyyn erikoistunutta aluetta. Ranskalainen lääkäri **Paul Broca** (1824–1880) havaitsi vuonna 1861 vaurion vasemmassa etuotsalohkossa sellaisten henkilöiden aivoissa, joilla oli ollut ongelmia kielen tuottamisessa. Kyseistä aivoaluetta alettiin kutsua nimellä **Brocan alue**, ja sen oletettiin olevan kielen tuottamisen keskus. Muutama vuosi myöhemmin saksalainen neuropatologi ja psykiatri **Carl Wernicke** (1848–1905) puolestaan havaitsi, että henkilöillä, joilta löytyi vaurio vasemman ohimolohkon ja päälaenloh-

Lukivauva-tutkimus on suomalainen tutkimushanke, jossa selvitetään lapsen kielellistä kehitystä ja perinnöllisen lukihäiriöriskin vaikutuksia kielen kehitykseen. Tutkimuksen tavoitteena on etsiä tehokkaita keinoja tukea kielen sekä luku- ja kirjoitustaitojen kehitystä vauvaiästä alkaen. Kuvassa on käynnissä vauvan EEG-mittaus. EEG:n lisäksi kielellisten kykyjen kehitystä ja lukivaikeuden perustaa tutkitaan myöhemmissä ikävaiheissa esimerkiksi kyselylomakkeiden ja kielellisten testien avulla.



Klassinen Broca–Wernicke-malli kielestä ja päivitetty malli, joka on muodostettu sekä ihmisiä että apinoita tutkittaessa. Sen mukaan kuusi hermorataa yhden sijaan osallistuisi kielen prosessointiin aivoissa.

kon kohtaamispaikassa, oli vaikeuksia ymmärtää puhetta. Kyseistä aivoaluetta alettiin kutsua nimellä **Wernicken alue** ja sitä pidettiin puheen ymmärtämisen keskuksena. Klassista mallia täydennettiin vielä oletuksella siitä, että Brocan ja Wernicken alueita yhdistää yksi hermorata.

Aivotutkimus on tuottanut jatkuvasti uutta tietoa kielen käsittelyyn liittyvistä monimutkaisista prosesseista aivoissa, minkä vuoksi Brocan ja Wernicken alueisiin liittyvää tietoa on kyseenalaistettu. Klassinen käsitys kielen prosessoinnista on siis osoittautunut jossain määrin vanhentuneeksi. Vaikka kyseiset alueet ovat kielen prosessoinnin kannalta keskeisiä, on prosessointi todellisuudessa monimutkaisempaa. Esimerkiksi lukuisten fMRI-kokeiden mukaan erityisesti vasemman ohimolohkon ylin ohimopoimu ja molemmissa aivopuoliskoissa sen alapuolella sijaitseva uurre ovat herkkiä puheelle ja ihmisäänelle.

Kielen prosessoinnin päivitetty malli (ks. esim. Tremblay & Dick, 2016) esittää, että aivot eivät ole järjestyneet toisistaan erotettavissa oleviin alueisiin, joilla tuotetaan ja ymmärretään puhetta. Sen sijaan puhutun kielen hermoverkko levittäytyy laajasti useille alueille aivokuorella ja sen alapuoleisilla alueilla. Tutkimuksissa pyritään yhä enemmän selvittämään sitä, miten eri aivoalueet ovat vuorovaikutuksessa ja toimivat kokonaisuutena tässä laajassa verkostossa. Kiinnostuksen kohteena ovat myös sellaiset kielen prosessointiin osallistuvat aivokuoren ja sen alapuoliset alueet, joita on vielä jonkin aikaa sitten pidetty ei-kielellisinä alueina.

Puhutun kielen prosessoinnissa koko hermoverkon toiminta on siis oleellista, vaikka tietyillä alueilla onkin tiettyjä painotuksia. Eri alueiden hermosolut erottelevat esimerkiksi äänen taajuuksia eri tavalla. On myös hyvä muistaa, että kuullun hermostollinen prosessointi koostuu monista osa-alueista. Niitä ovat kuullun havaitseminen, kuullun erottelu, kuulomuisti ja tarkkaavaisuus.

Puheen havaitseminen

Puheen havaitseminen tarkoittaa puhutun kielen havaitsemiseen ja kielellisiin toimintoihin liittyviä prosesseja, jotka tähtäävät kuullun ymmärtämiseen ja kommunikoimiseen. Kuulotietoa käsitellään aivoissa sekä sarjallisesti että rinnakkaisesti. Sarjallinen käsittely tarkoittaa sitä, että kuulotietoa käsitellään peräkkäin eli korvan kuuloelinten kautta aivojen eri osiin. Rinnakkainen käsittely on puolestaan sitä, että monilla alueilla, kuten vasemmassa ohimolohkossa, tapahtuu samanaikaisesti kielellisiin toimintoihin liittyviä prosesseja.

Silbo on kieli, jossa viestitään pelkkien vihellysten avulla. Silboa käytetään Kanariansaarten hyvin vaikeakulkuisella La Gomeran saarella, jossa vihellys voi kantaa jopa kolmen kilometrin matkan. Vihellyksillä voi muodostaa noin 4 000 sanaa.

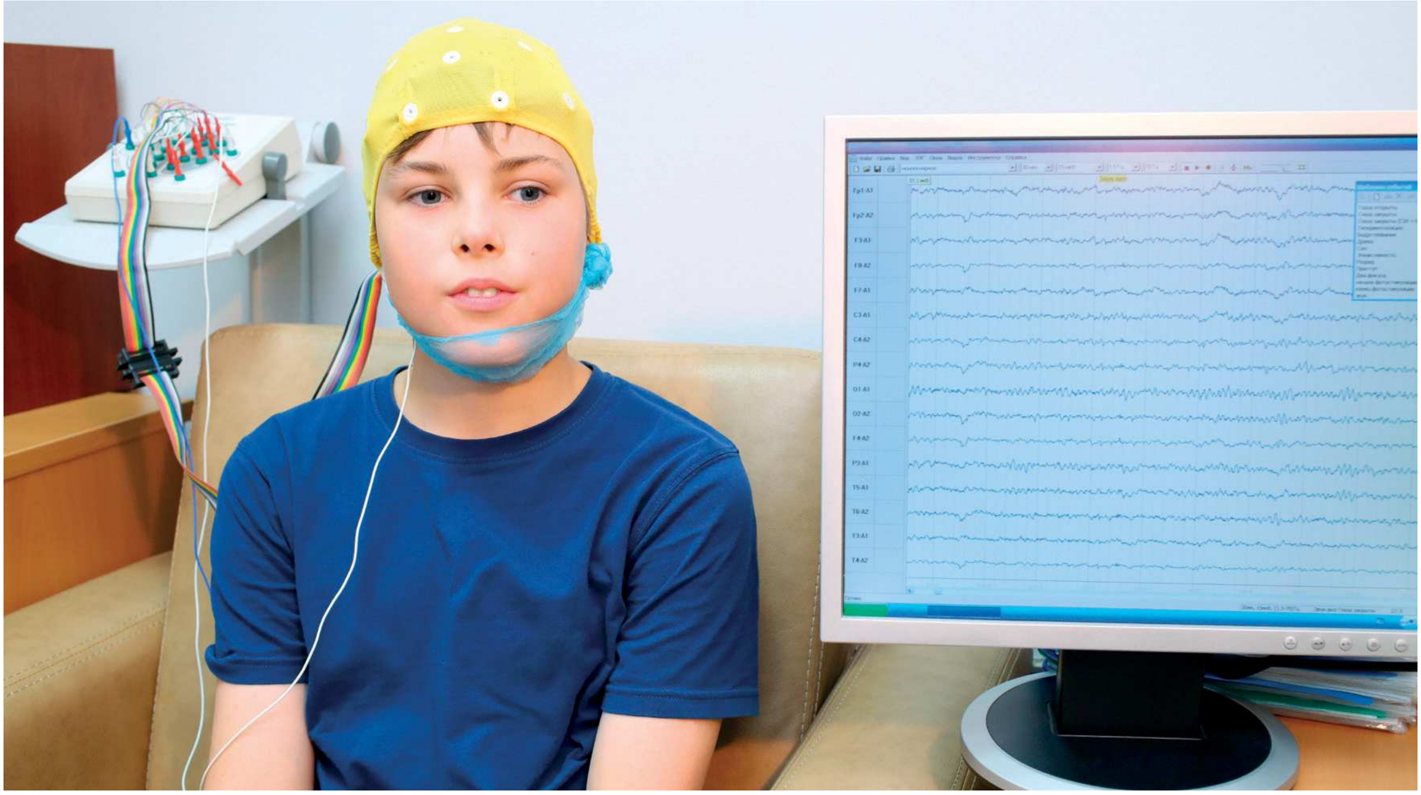
Puheen havaitseminen alkaa, kun korvien kuuloelinten vastaanottama äänitieto muutetaan sisäkorvassa hermoimpulsseiksi. Ne kulkevat kuulohermon kautta aivorungon eri osia pitkin talamukseen. Aivokuoren alapuoliset rakenteet ovat tärkeitä esimerkiksi äänen suunnan tunnistamisen kannalta. Talamuksesta on yhteydet kuuloaivokuorille, joissa kuulotieto käsitellään jo alkuvaiheissa. Talamuksesta on yhteys myös mantelitumakkeeseen, joka on keskeinen puheen tunteellisen sävyn nopean havaitsemisen kannalta.

Ihminen ymmärtää sanojen merkityksen 400–550 millisekunnin eli noin puolen sekunnin kuluttua siitä, kun puhuja on ne sanonut. Puhutun kielen ymmärtämisen eli puheen sisältöjen ymmärtämisen kannalta otsalohkon etuosa on tärkeä. Se osallistuu esimerkiksi sanojen ja muistojen yhdistämiseen.

Puheen ymmärtäminen ja tuottaminen

Joskus koulussa oppitunnilla voi tuntua siltä, että opettajan puheesta ei ymmärrä juuri mitään. Jokaisella oppiaineella onkin omat, erityiset käsitteensä, jotka opiskelijan on opittava ymmärtääkseen kyseisen oppiaineen kieltä.

Puheen ymmärtäminen eli puhutun kielen ymmärtäminen on oleellinen jokapäiväisessä elämässä tarvittava taito. Siihen sisältyy esimerkiksi sanojen merkityksen analyysi. Aivoissa sanojen ymmärtäminen eli niiden merkityksen analysointi tapahtuu hyvin nopeasti. Samoin kielioppivirheet havaitaan nopeasti. Pystymme myös ymmärtämään yhteistä kieltä, vaikka puhuja olisi meille tuntematon eli puhesignaali vaihtelisi kaikilta ominaisuuksiltaan – voimakkuudeltaan, äänen-



Suomessa on tutkittu aivotutkimusmenetelmien avulla esimerkiksi sitä, vaikuttaako taustamelu äänten havaitsemiseen ja erotteluun aivokuorella. Lapsi saa EEG-myssy päässä katsella lastenohjelmia tai leikkiä leluilla, joista ei kuulu ääntä. Samanaikaisesti hän kuulee kaiuttimista tavuja, välillä hiljaisuudessa ja välillä taustaääniin yhdistettynä. EEG-mittauksiin voi liittää myös kielellisiä testejä, joilla tutkitaan lapsen kielenkehitystä.

korkeudeltaan, äänensävyltään ja painotukseltaan.

Tutkimuksissa on havaittu, että kielen ymmärtämistä edellyttävissä tehtävissä aivoaktivaatio on hyvin samanlainen. Siihen ei vaikuta, tuliko tieto korvien vai silmien kautta eli lukemalla vai kuulemalla. On kuitenkin saatu viitteitä siitä, että puheen ymmärtämisessä aktivoituu ohimolohkon yläosa, kun taas luetun ymmärtäminen aktivoi lisäksi erityisesti ohimolohkon alaosaa vasemmassa aivopuoliskossa. Vuorovaikutuksessa, jossa kielen ymmärtäminen on oleellista, myös liikeaivokuoren toiminta on tärkeä. Se on tärkeä etenkin puheenvuoron ajoituksessa.

Puheen tuottaminen on prosessi, joka alkaa aikomuksella puhua ja johtaa muistista haettujen sanojen muuntamiseen äänteiksi. Kielen tuottamisen prosessi alkaa noin neljäsosasekuntia ennen kuin sanat sanotaan ääneen. Äänet muodostetaan kurkun ja suun lihasten sekä keuhkoista tulevan ilman avulla.

Puheen tuoton hermostollinen järjestelmä on erittäin monimutkainen. Kielen tuottamisen vaiheet edellyttävät aivoilta tiukkaa koordinoimista kognitiivisen, motorisen ja kuulotiedon käsittelyjärjestelmän välillä. Silti kaikki tapahtuu muutamissa sadoissa millisekunneissa. Ihminen pystyy puhumaan 20–30 äännettä eli 6–9 tavua sekunnissa, ja puheen tuottamisessa on jopa 100 eri lihasta käytössä yhden millisekunnin aikana.

Kielelliset häiriöt

Lukivaikeus tarkoittaa lukemisen ja kirjoittamisen erityisvaikeutta. Siitä käytetään myös nimitystä **dysleksia** tai lukihäiriö. Lukivaikeuteen liittyy yleensä vaikeus hahmottaa ja käsitellä äänteisiin liittyvää tietoa eli ”senat menevät sakaisin”, sanat menevät sekaisin. Lukivaikeus voi ilmetä eri tavoin, mutta keskeiset piirteet ovat seuraavat: lukeminen on yleensä hidasta tai vaikeaa, yksittäisten sanojen lukemisessa voi tulla virheitä, luetun ymmärtäminen on hankalaa ja kirjoittaessa kirjaimet tai niiden paikat saattavat sekoittua tai kirjaimia jää puuttumaan.

Yleisesti suomalaislapset oppivat lukemaan varsin helposti. Kouluun mennessä yli kolmasosa osaa jo lukea, ja yli 90 prosenttia lapsista oppii ensimmäisen luokan aikana lukemaan virheettömästi luokkaopetuksen tuella. Toisaalta kouluissa on kuitenkin myös oppilaita, joille lukeminen on vaikeaa. Noin 7 prosenttia tarvitsee yksilöllisempää tukea, ja vakava dysleksia on alle 3 prosentilla.

Lukivaikeus ei johdu tyhmyydestä tai laiskuudesta. Lukivaikeus on osin perinnöllistä, ja erot ihmisten välisissä taidoissa on hyvin tavallisia. Kun lukeminen ja mahdollisesti myös kirjoittaminen tuntuvat työläiltä, saattaa lapsesta tai nuoresta tuntua siltä, että ei haluaisi lukea ollenkaan. Lukivaikeus voi hankaloittaa esimerkiksi vieraiden kielten oppimista tai matematiikan sanallisten tehtävien tekemistä. Yleensä oppilas, jolla on lukivaikeus, joutuukin tekemään paljon töitä monissa oppiaineissa. Lukivaikeuteen saattaa myös liittyä työmuistin ongelmia. Työmuisti saattaa kuormittua niin paljon lukemisen vuoksi, että sen vuoksi lukemaansa ei pysty muistamaan.

Lukivaikeuksien aste vaihtelee. Osalla lukivaikeudet ovat lieviä ja voivat mennä ohi lapsuuden aikana. Joillakin lukivaikeudet ovat vaikeita ja vaikuttavat lukemiseen ja kirjoittamiseen koko elämän ajan.

Puheterapeutin työn kohteena voivat olla esimerkiksi puheen, kommunikaation, äänen, lukemisen ja kirjoittamisen sekä suun motorisen toiminnan vaikeudet puheessa. Puheterapiassa pyritään parantamaan yksilön kykyä toimia ja kommunikoida jokapäiväisessä elämässään, esimerkiksi päiväkodissa, koulussa, kotona tai töissä.

Yleensä oppilaita, joilla on lukivaikeus, neuvotaan lukemaan paljon. Lukemisen oppiminen edellyttää harjoittelua ihan niin kuin minkä tahansa muunkin taidon oppiminen. Esimerkiksi kun alakoululaisen voi olla hyvin vaikea oppia lukemaan ja taidon opittuaan hän tekee lukiessaan virheitä, voi lukemista sinnikkäästi harjoitellut lukiolainen lukea ilman virheitä sekä ymmärtää lukemansa tekstin.

Apua lukivaikeuteen saa esimerkiksi koulupsykologilta. Hän selvittää oppilaan lukemisen taitojen kehittymistä ja oppilaan toimintaa erilaisissa oppimistilanteissa. Psykologin kanssa pyritään etsimään keinoja siihen, miten oppimista voisi helpottaa. Myös opettaja, erityisopettaja ja omat vanhemmat voivat eri tavoin tukea oppimista. Oppilaalla on oikeus saada koulussa tukea, jos hänellä ilmenee oppimisessa ongelmia.

Tutkimuksissa on todettu, että ne 6-vuotiaat lapset, jotka ovat harrastaneet yhden vuoden ajan kosketinsoittimien soittamista tai laulamista, havaitsivat paremmin tunnemerkityksiä kuin esimerkiksi lapset, jotka ovat olleet näytelmäkerhossa. Laulupainotteista musiikkia harrastaneet olivat myös parempia löytämään sanoja. Kuvassa Tapiolan kuoro Helsingin rautatieasemalla HSL:n matkarauhan julkistamistilaisuudessa 2012.

Kielellinen erityisvaikeus tarkoittaa poikkeavaa kielen kehitystä, jossa lapsen muu toiminta on ikätason mukaista, mutta kielen kehitys ei. Sen taustamekanismit tunnetaan vain heikosti, mutta on esitetty, että taustalla voisi olla aivojen toimintahäiriö. Kyse ei siis ole aivovaurion aiheuttamasta häiriöstä vaan kielen kehityksen häiriöstä. Kielellistä erityisvaikeutta kutsuttiin aiemmin nimellä dysfasia.

Suomalaisista lapsista arviolta 7 prosentilla on jonkin tason kielellinen erityisvaikeus, ja se on pojilla yleisempää kuin tytöillä. Kielellisessä erityisvaikeudessa lapsi voi esimerkiksi oppia ensimmäiset sanansa hyvin myöhään tai hänen puheestaan voi jäädä sellaisia sanoja pois, joita hän on jo aiemmin oppinut. Erityisesti vuorovaikutustilanteet voivat olla hankalia, jos lapsi ei ymmärrä yhteisiä sääntöjä tai hänen on vaikea käyttää kieltä kommunikoidessaan toisten kanssa. Tämä voi johtaa lapsen kannalta pelon tai turhautumisen tunteisiin, kun häntä ei ymmärretä eikä hän tule ymmärretyksi.

Kielellisen erityisvaikeuden oirekuva muuttuu nuoruusiässä. Sen piirteitä silloin ovat esimerkiksi luki- ja kirjoitusvaikeudet, hankaluus oppia vieraita kieliä, vaikeudet ymmärtää pitkiä ohjeita ja löytää sanoja, laajemmat oppimisvaikeudet sekä vaikeudet toiminnanohjauksessa. Kuntoutuksessa on keskeistä tukea puhetta ja löytää sitä korvaavia kommunikointimenetelmiä, kuten tukiviittomat, kuvat, ilmeet, eleet ja piirtäminen. Tukitoimia tulisi toteuttaa kotona, mahdollisessa päivähoidossa ja koulussa, jotta lapsi tai nuori hyötyisi niistä parhaalla mahdollisella tavalla.

Afasia tarkoittaa aivovauriosta seurannutta kielellistä häiriötä. Afasian oireita ovat puheen tuottamisen, puheen ymmärtämisen, lukemisen ja kirjoittamisen häiriöt. Puhutun ja kirjoitetun kielen havaitsemiseen, tuottamiseen ja ymmärtämiseen liittyvät prosessit voivat häiriintyä kaikki erikseen. Afasia ei vaikuta henkilön älykkyyteen eikä esimerkiksi poista hänen kykyään tehdä itsenäisiä päätöksiä. Afasiasta johtuen vuorovaikutustilanteet voivat kuitenkin olla ihmiselle turhauttavia, sillä afasia tekee yleensä keskustelusta normaalia vaikeampaa.

TEHTÄVÄT

1. a) Kuvaile omin sanoin, mitä kielen havaitseminen, ymmärtäminen ja tuottaminen mielestäsi tarkoittavat.

b) Opiskele seuraavaksi koko luku 11. Tarkenna, korjaa ja laajenna kirjoittamaasi kuvausta luvusta saamiesi tietojen perusteella.

2. Selitä seuraavat käsitteet:

a) kielen prosessoinnin klassinen malli

b) Brocan alue

c) Wernicken alue

d) kielen prosessoinnin päivitetty malli.

3. a) Mikä on lukivaikeus?

b) Pohdi, miten lukemista voi harjoitella. Miksi harjoitteleminen on tärkeää?

4. a) Mikä on kielellinen erityisvaikeus?

b) Millaisia erilaisia vaikutuksia sillä voi olla lapsen tai nuoren elämään?

c) Mikä on afasia?

5. Laadi käsitekartta kielellisistä toiminnoista. Hyödynnä sivun alalaidassa olevaa keskeisten käsitteiden listaa.

6. Tutki oppikirjan luvun 11 kuvia. Valitse niistä yksi ja hanki kuvan aiheesta internetistä lisätietoa. Kirjoita kuvalle uusi kuvateksti, jossa syvennät siihen liittyvää tietoa.

7. Pohdi, miten eri tavoin kieli ja kulttuuri liittyvät toisiinsa.

Keskeiset käsitteet

- kieli
- kielelliset toiminnot
- puhe
- kielen prosessoinnin klassinen malli
- kielen prosessoinnin päivitetty malli
- puheen havaitseminen
- puheen ymmärtäminen
- puheen tuottaminen
- lukivaikeus
- kielellinen erityisvaikeus
- afasia

IV JAKSON PROJEKTITEHTÄVÄT

ASIANTUNTIJUUS

Mitä on asiantuntijuus?

Asiantuntijuutta voi pitää ajattelun ja kielen ohella niin sanottuna ylemmän tason kognitiivisena toimintona. Ota selvää, mistä asiantuntijuudesta on kyse.

TEHTÄVÄT

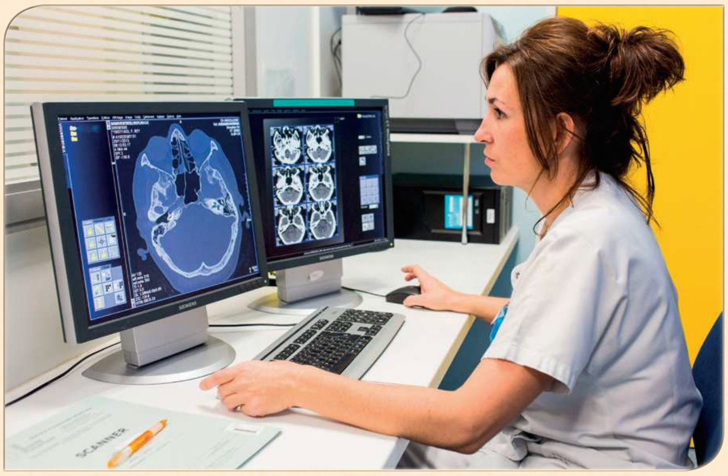
TIEDONHAKU

1. Pohdi ensin itse ilman tiedonhakua, millainen ihminen sinun mielestäsi on asiantuntija.

2. Etsi esimerkiksi internetin avulla tietoa siitä, miten asiantuntijuus voidaan määritellä. Mistä tekijöistä asiantuntijuus koostuu?

3. Miten asiantuntijuus kehittyy?

Hakusanoja: *asiantuntijuus määritelmä, asiantuntijuuden kehittyminen, asiantuntijuus kognitiivisena ilmiönä, Kai Hakkarainen*



Skeemat ohjaavat tarkkaavaisuuden suuntaamista, havaitsemista ja tiedon etsimistä. Asiantuntijuudessa ihminen pystyy soveltamaan rakentamiaan skeemoja uusissa tilanteissa, mutta hänen entiset skeemansa myös kehittyvät ja uudistuvat uuden oppimisen ja kokemuksen karttumisen myötä. Miten asiantuntijan ja aloittelijan skeemat eroavat toisistaan?

TEHTÄVÄT

HAASTATTELU

4. Laadi haastattelukysymyksiä hankkimasi psykologisen tiedon avulla.
5. Haastattele jotakin asiantuntijaa. Hän voi olla opettaja, vanhempi, isovanhempi tai kuka vaan, joka on jossakin tietyssä asiassa asiantuntija.

Asiantuntijuus ei liity aina ammattiin. Missä sinä olet asiantuntija? Kuva on partiolaisten Roihu-suurleiriltä 2016.

Haastattelujen purku

Yksilötyö

Kirjoita haastattelusta lyhyt raportti, jossa suhteutat saamasi vastaukset tiedonhakusi tuloksiin ja oppikirjan tietoihin asiantuntijuudesta.

Ryhmätyö

Haastattelujen tulokset voi myös purkaa yhteisesti ryhmätöinä.

Ohjeet:

1. Tutustukaa ryhmässä toistenne haastatteluihin.
2. Kootkaa saman tyyppisten kysymysten vastaukset yhteen.
3. Eritelkää saamianne vastauksia. Mitä yhtäläisyyksiä ja eroja löysitte?
4. Pohtikaa, mistä erot voisivat johtua.

KESKEISET TUTKIJAT

Baddeley, Alan (s. 1934) englantilainen psykologi, joka on kehittänyt työmuistimallin ***89***

Bartlett, Sir Fredrick (1886–1969) englantilainen psykologi ja muistitutkimuksen uranuurtaja ***103***

Broadbent, Donald (1926–1993) englantilainen psykologi, joka on esittänyt suodatinteorian valikoivasta tarkkaavaisuudesta ***76***

Broca, Paul (1824–1880) ranskalainen lääkäri ja aivovauriopotilaita tutkinut uranuurtaja, jonka mukaan on nimetty puheen käsittelyyn liittyvä aivokuoren alue *38*, ***130***

Cherry, Colin (1914–1979) englantilainen psykologi, joka on tutkinut muun muassa tarkkaavaisuutta dikoottisen kuuntelun kokeella ***74***

Gazzaniga, Michael S. (s. 1939) yhdysvaltalainen neuropsykologi, joka on tutkinut muun muassa aivohalkiopotilaita ***45***

Ebbinghaus, Hermann (1850–1909) saksalainen psykologian uranuurtaja, joka on tutkinut muun muassa unohtamista ***108***

Hebb, Donald O. (1904–1985) kanadalainen psykologi, joka on tutkinut hermoston toimintaa ja kuvannut synapsien vahvistumisen periaatteen ***56***

Hitch, Graham (s. 1946) englantilainen psykologi ja työmuistimallin kehittäjä ***89***

James, William (1842–1910) yhdysvaltalainen psykologi, joka on tutkinut tietoisen mielen toimintoja, kuten tarkkaavaisuutta ja muistamista ***75***

Kahneman, Daniel (s. 1934) psykologi ja nobelisti, joka tunnetaan ajattelun kaksoisprosessointiteorioiden kehittäjänä (järjestelmä 1 ja järjestelmä 2) *116–117*

Loftus, Elizabeth (s. 1944) yhdysvaltalainen psykologi, joka on tutkinut erityisesti muistia ja muistin muokkaantuvuutta ***16***, *101*

Neisser, Ulric (1928–2012) yhdysvaltalainen psykologi ja havaintokehä-mallin kehittäjä ***10***

Näätänen, Risto (s.1939) suomalainen psykologi ja tarkkaavaisuuden tutkimuksen uranuurtaja ***87***

Sperry, Roger W. (1913–1994) yhdysvaltalainen neuropsykologi, joka on tutkinut muun muassa aivohalkiopotilaita ***45***

Stanovich, Keith E. (s. 1950) kanadalainen psykologi, joka on tutkinut tiedon kaksoisprosessointia ***121***

Treisman, Anne (s. 1935) englantilainen psykologi, joka on esittänyt suodatinvaimennusteorian valikoivasta tarkkaavaisuudesta ***76***

Wernicke, Carl (1848–1905) saksalainen neuropatologi ja psykiatri, jonka mukaan on nimetty puheen ymmärtämiseen liittyvä aivokuoren alue ***131***

SANASTO

ADHD aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö, jonka kirjainyhdistelmä tulee englanninkielisistä sanoista *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*; neurobiologinen kehityshäiriö, jonka pääasialliset oireita ovat tarkkaamattomuus, ylivilkkaus ja impulsiivisuus *82*

adrenaliini eräs hermoston välittäjäaine ja stressihormoni, joka vaikuttaa ihmisen kehossa vaaratilanteiden aikana; hormonina esimerkiksi nostaa verenpainetta ja lisää keuhkojen toimintakapasiteettia vaaratilanteen uhatessa *58*

afasia aivovauriosta seurannut kielellinen häiriö; afasian oireita ovat puheen tuottamisen, puheen ymmärtämisen, lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet *136*

agnosia aivoperäinen havaitsemisen häiriö, joka ilmenee kyvyttömyytenä tunnistaa tai tulkita sensorista ärsykettä, kuten esineitä, ihmisiä, ääniä, muotoja tai hajuja; voi aiheutua esimerkiksi aivovammasta, kehityshäiriöstä tai aivojen rappeutumisesta *72*

aisti eliön kykyä tehdä havaintoja; esimerkiksi näkö, kuulo, maku, haju ja tunto *64*

aistiminen jonkin ärsykkeen vastaanottaminen aistinelimillä, kuten korvilla, silmillä tai iholla; esimerkiksi valon näkeminen, äänen kuuleminen tai paineen tunteminen *64*

aistimuisti lyhytkestoinen muistijärjestelmä, jossa ylläpidetään hetkellisesti tietoa ympäristöstä vastaanotetuista ärsykkeistä ilman tietoista tiedonkäsittelyä *85, 86*

aistinelin ihmisen kehon osa, joka vastaanottaa aistitiedon; ihmisellä silmät, korvat, nenä, kieli, iho ja korvan tasapainoelin; ovat täynnä aistinreseptoreita *66*

aistinreseptori solu, joka ottaa vastaan ärsykkeitä ja muuntaa ne hermoimpulsseiksi; sijaitsevat ennen kaikkea aistinelimissä sekä lisäksi muualla elimistössä; esimerkiksi eri puolilla kehoa sijaitsevat kipureseptorit ottavat vastaan tietoa kivusta ja silmissä sijaitsevat valoreseptorit valosta *66*

aivohalkiohenkilöt *engl. split-brain patients*; potilaat, joilla aivokurkiainen on katkaistu esimerkiksi vakavasti toimintakykyä haittaavan epilepsian vuoksi *44*

aivokuori korteksi; noin muutaman millimetrin paksuinen isojenaivojen poimuttunut kuorikerros; koostuu pääosin harmaasta aineesta eli hermosolujen solukeskuksista; mahdollistaa monet kognitiiviset toiminnot, kuten ajattelun ja puheen *39*

aivokurkiainen paksu hermorata, joka yhdistää vasenta ja oikeaa aivopuoliskoa; mahdollistaa aivopuoliskojen välillä tapahtuvan tiedonkulun *44*

aivopuoliskot kaksi osaa, joihin isotaivot voidaan jakaa; vasen ja oikea aivopuolisko eivät ole toistensa täsmällisiä peilikuvia, vaan niiden rakenteessa ja toiminnassa on eroja *42*

aivorunko runkomainen, useista eri osista koostuva rakenne aivojen ala- ja keskiosissa; ulottuu selkäytimen ylimmästä osasta keskelle aivoja; sen alueella sijaitsee mm. vireystilan säätelyn järjestelmä, joka on tärkeä peruselintoimintojen, kuten hengityksen ja sydämensykkeen, säätelyn kannalta; useat aistiradat kulkevat sen kautta aivokuorelle *38, 46*

aivosähkökäyrä EEG:n eli elektroenkefalografian tuottama tieto aivojen toiminnasta; sen avulla saadaan millisekuntien tarkkuudella tietoa aivojen hermosolujen aktivaatiosta *25*

aivot pääkallon sisällä sijaitseva keskushermoston osa; voidaan karkeasti jakaa kolmeen päärakenteeseen: isotaivot, pikkuaivot ja aivorunko *32*

aivotutkimusmenetelmät tutkimusmenetelmiä, joilla tutkitaan aivojen rakennetta ja toimintaa *23*

ajallinen summautuminen hermosolun toimintaa, jossa useita jostakin hermosolusta lyhyessä ajassa saapuvia viestejä summataan yhteen *52*

ajallinen tarkkuus aivotutkimusmenetelmän kyky antaa tarkkaa tietoa siitä, milloin aktivaatioita tapahtuu *24*

ajattelu korkeamman tason kognitiivista toimintaa, jossa käsitellään havainto- ja muistitietoa sekä muodostetaan erilaisia malleja todellisuudesta; ajattelun muotoja ovat esim. ongelmanratkaisu, päätöksenteko ja päättely *116*

aksoni hermosolun viejähaarake; haarake, jota pitkin hermosolu välittää hermoimpulsseja eteenpäin *50*

alkuefekti muistissa ensimmäisenä käsitelty tieto painottuu *106*

alustaminen ks. priming *12, 118*

Alzheimerin tauti yksi dementiaa aiheuttavista hermoston sairauksista, joka rappeuttaa hermostoa *110*

amnesia muistin häiriö, joka voi johtua esimerkiksi aivovauriosta tai sairaudesta *110*

analyyttinen ajattelu tietoiseen tiedonkäsittelyyn perustuvaa kielellistä ajattelua, joka kehittyy iän ja koulutuksen myötä; perustuu tietoon ja tiedon luotettavuuteen, ja siinä erotellaan tosiasiat epätosista *116, 119*

ankkurointi heuristiikka, joka tarkoittaa taipumusta antaa liikaa painoa ensimmäiselle havainnolle tai tiedolle; päätöstä ohjaa annettu tai itse luotu vertailukohta *124*

anterogradinen amnesia amnesian muoto, jossa yksilön on vaikea muodostaa uusia muistoja aivojen vaurion jälkeen *110*

asiamuisti tietomuisti, jossa säilötään maailmaa koskevat yleiset tietomuistot; on rakentunut erilaisten käsitteiden, kategorioiden ja skeemojen pohjalta *99*

autonominen hermosto ääreishermoston osa, joka säätelee ja ohjaa keskeisiä elintoimintoja, kuten hengitystä, sydämen toimintaa, verenkiertoa ja ruuansulatusta; itsenäisesti toimiva järjestelmä, jonka toiminta ei edellytä ihmiseltä tietoista kontrollia; sen toiminta liittyy elimistön voimavarojen tehokkaaseen käyttöönottoon vaara- ja stressitilanteissa; tärkeä homeostaasin eli elimistön sisäisen tasapainon säätelyssä *34*

Baddeley, Alan (s. 1934) englantilainen psykologi; kehittänyt työmuistimallin *89*

Bartlett, Sir Fredrick (1886–1969) englantilainen psykologi ja muistitutkimuksen uranuurtaja *103*

biologiset tekijät kognitiivisen toiminnan hermostolliseen perustaan liittyvät tekijät; esim. ongelmanratkaisussa tärkeitä aivoalueita ovat erityisesti otsalohkot sekä ne aivoalueet, jotka ovat keskeisiä työmuistijärjestelmän ja tarkkaavaisuuden kannalta *122*

Broadbent, Donald (1926–1993) englantilainen psykologi; esitti suodatinteorian valikoivasta tarkkaavaisuudesta *76*

Brocan alue klassisessa kielen prosessoinnin mallissa Brocan alueen on oletettu olevan aivoissa kielen tuottamisen keskus; nykytiedon valossa Brocan alue on puheelle tärkeä aivojen alue *130*

Broca, Paul (1824–1880) ranskalainen lääkäri; aivovauriopotilaita tutkinut uranuurtaja, jonka mukaan on nimetty puheen käsittelyyn liittyvä aivokuoren alue *38, 130*

Cherry, Colin (1914–1979) englantilainen psykologi, jonka vuonna 1953 julkaistut tulokset dikoottisen kuuntelun kokeista vaikuttivat merkittävästi myöhempiin tarkkaavaisuustutkimuksiin ja -teorioihin *74*

coctailkutsu-ongelma Miten on mahdollista kuunnella haluamaansa keskustelua, kun useat ihmiset puhuvat ympärillä samaan aikaan? *74*

dementia oireyhtymä, jossa kognitiiviset toiminnot ovat heikentyneet; aiheuttajina monet keskushermoston sairaudet, puutostilat, myrkytykset tai lääkkeet *110*

dendriitti hermosolun tuojahaarake; vastaanottaa tietoa muista hermosoluista *50*

dikoottisen kuuntelun koe valikoivan tarkkaavaisuuden tutkimuksissa käytetty menetelmä, jossa koehenkilön oikeaan ja vasempaan korvaan esitetään samanaikaisesti kuuloärsykkeitä, kuten eri puhetta; Cherryn kokeessa koehenkilön tehtävänä oli tarkkailla toiseen korvaan esitettyä puhetta ja toistaa kuulemaansa samalla ääneen *74*

dorsaalinen järjestelmä aivoverkosto, joka liittyy etenkin tahdonalaisen tarkkaavaisuuden ohjaamiseen; verkostoon kuuluu otsa- ja päälakilohkojen yläosien alueita molemmilta aivopuoliskoilta *80*

dysleksia ks. lukivaikeus *134*

edustavuuden heuristiikka päätöksen tekeminen sen perusteella, kuinka suurella todennäköisyydellä asia tai tapahtuma kuvastaa henkilöllä valmiiksi mielessä olevaa kuvaa tai käsitystä asiasta *126*

EEG elektroenkefalografia; aivotutkimusmenetelmä, jolla mitataan hermosolujen sähköistä toimintaa pään pinnalta ja joka tuottaa aivojen toiminnasta aivosähkökäyrää; ajalliselta tarkkuudeltaan erittäin hyvä, mutta paikalliselta tarkkuudeltaan heikko aivotutkimusmenetelmä *25*

ei-kokeellinen tutkimus yhteisnimitys tutkimusmenetelmille, jotka eivät ole kokeellisia eli joissa ei tarkastella muuttujien välisiä syy-seuraussuhteita, vaan esimerkiksi muuttujien ominaisuuksia tai niiden välisiä yhteyksiä; esimerkiksi korrelaatiotutkimus, kuvaileva tutkimus ja tapaustutkimus *20*

emootiot tunteet; keskeisessä roolissa kognitiivisessa toiminnassa, kuten päätöksenteossa *124*

ensisijainen aistialue aivokuoren alue, jolla käsitellään tiettyyn aistiin, kuten näköön, kuuloon tai tuntoon liittyvää tietoa; esimerkiksi näköaivokuori tai kuuloaivokuori *40*

episodinen puskuri työmuistin osa, jossa erilliset aistitiedot yhdistetään kokonaisiksi tapahtumiksi eli episodeiksi *91*

Ebbinghaus, Hermann (1850–1909) saksalainen psykologian uranuurtaja; tutkinut mm. unohtamista *108*

estävä synapsi synapsi, jonka kautta saatava viesti vie hermosolun toimintaa kauemmas laukeamiskynnyksestä *52*

fMRI toiminnallinen magneettikuvantaminen; aivotutkimusmenetelmä, jolla voi tarkastella aivojen toimintaa verenkierrossa tapahtuvien muutosten avulla; perustuu aivojen veren happipitoisuuden ja sen muutoksien mittaamiseen; paikalliselta tarkkuudeltaan hyvä, mutta ajalliselta tarkkuudeltaan melko heikko aivotutkimusmenetelmä *25*

fonologinen silmukka työmuistin osa, jossa käsitellään muistettavaa kuultua ja sanallista informaatiota kuten puhetta *90*

Gazzaniga, Michael S. (s. 1939) yhdysvaltalainen neuropsykologi; tutkinut mm. aivohalkiopotilaita *45*

gliasolu hermoston tukisolu; hermosolun toimintaa tukeva solu; muodostaa hermosoluille tukiverkon; ei tuota sähköisiä signaaleja eikä muodosta hermosolujen tavoin yhteyksiä muihin soluihin, vaan tukee hermosolujen toimintaa ja hermoimpulssien kulkua sekä osallistuu hermosolujen ja niiden aksonien korjaamiseen *48*

haku ja palautus muistin toiminto, jossa muistoja palautetaan työmuistin käsittelyyn säilömuistista *105*

haptinen muisti tuntoaistimusten aistimuisti *87*

havainnointi tiedonkeruumenetelmä; tutkija seuraa ja tarkkailee tutkittavaa ilmiötä *21*

havainto tulkittu kokemus, joka syntyy, kun aistien vastaanottamaa tietoa käsitellään aivoissa *64*

havaintoharha havaintoilluusio; todellisuuden ja havainnon välinen eroavuus; esimerkiksi näkötietoa voi tulkita aivoissa siten, että näköaistimuksessa jokin asia vaikuttaa todellisuuden vastaiselta tai mahdottomalta *71*

havaintokehä Ulric Neisserin esittämä teoreettinen malli, jonka mukaan havaitsemisessa toistuvat samanlaiset vaiheet, jolloin skeemat ohjaavat havaitsemista ja tarkkaavaisuutta, havaintoja verrataan olemassa oleviin skeemoihin ja uudet havainnot muuttavat tai vahvistavat olemassa olevia skeemoja *10*

havaintokonstanssi havainnon vakioisuus ja pysyvyys; vaikka havainto-olosuhteet muuttuvat, havaitun kohteen ominaisuuksien tulkitaan pysyvän suunnilleen samoina; esimerkiksi koon ja muodon konstanssi sekä vaaleus- ja värikonstanssi; niiden ansiosta ympäristössä havaitaan pysyvyyttä eikä kohteiden, kuten ihmisten ja esineiden, koeta muuttuvan jatkuvasti, vaikka aistitieto muuttuisi *72*

havaitseminen merkityksen ja tulkintojen antaminen aistimukselle *64*

Hebb, Donald O. (1904–1985) kanadalainen psykologi; tutkinut hermoston toimintaa ja kuvannut synapsien vahvistumisen periaatteen *56*

hermoimpulssi jonkin ärsykkeen aiheuttama hermostossa etenevä sähköinen muutos *48*

hermosolu solutyyppi, joka on erikoistunut pitkien välimatkojen sähköiseen viestintään; välittää ja yhdistelee hermoverkon muista hermosoluista tulevaa tietoa *48*

hermosto elimistön sähkökemiallinen tiedonvälitys- ja säätelyjärjestelmä, joka mahdollistaa kaiken toimintamme; sen avulla ihminen saa tietoa ulkoisesta maailmasta ja omista sisäisistä tapahtumistaan, kuten kivusta tai pelosta, sekä voi vaikuttaa ympäristöönsä; jakautuu rakenteellisesti keskus- ja ääreishermostoon *32*

hermoston tukisolu gliasolu *48*

hermoverkko useiden hermosolujen ja niiden välisten yhteyksien muodostama kokonaisuus, joka on erikoistunut tiettyyn toimintaan; esimerkiksi puheen havaitsemisen hermoverkko koostuu useiden aivoalueiden ja niiden välisten yhteyksien kokonaisuudesta ja on erikoistunut puheen havaitsemiseen *39, 48*

heuristiikka ns. nyrkkisääntö; mikä tahansa yksinkertainen periaate tai valmis ratkaisumalli, joka mahdollistaa nopean reagoinnin ongelmaan; ajattelun oikopolku, jonka avulla ihminen pääsee yleensä varsin lyhyessä ajassa riittävän lähelle hyvää lopputulosta *124*

hippokampus aivojen limbisen järjestelmän osa, joka on keskeinen erityisesti muistijälkien lujittamisessa ja uusimpien tutkimusten mukaan myös reittien hahmottamisessa *106*

Hitch, Graham (s. 1946) englantilainen psykologi ja työmuistimallin kehittäjä *89*

homeostaasi elimistön sisäinen tasapaino *34*

hormoni elimistössä tuotettu kemiallinen välittäjäaine, joka kulkeutuu pääosin verenkierron välityksellä kohdesoluihin; osa hormoneista on myös välittäjäaineita; niitä tuottavia soluja on erityisesti umpirauhasissa, mutta myös muualla kehossa *56*

hypotalamus talamuksen alla sijaitseva aivojen alue; keskeinen nälän, unen, janon ja seksuaalitoimintojen säätelyssä; kontrolloi lähellä sijaitsevaa aivolisäkettä, joka tärkeä hormonitoiminnan säätelyssä *46*

ikonimuisti näön aistimuisti, jossa säilötään nähtyä aistitietoa alle sekunnin ajan *87*

intuitiivinen ajattelu automaattiseen, tiedostamattomaan tiedonkäsittelyyn perustuvaa ajattelua; suoraan kytköksissä aistitoimintoihin; hyvin nopeasti tapahtuvaa asioiden luokittelemista esim. samankaltaisuuden perusteella sekä ilmiöiden yhteen kytkemistä *116, 119*

intuitiivinen päätöksenteko perustuu intuitiivisen ajattelun käyttämiseen; tehokasta ja nopeaa *124*

intuitio tiedostamattomasti syntynyt tietoinen vaikutelma jostain asiasta; olennainen osa ajattelua *118*

isotaivot aivojen osa; muodostavat suurimman osan aivojen massasta ja ovat keskeiset lähes kaikissa tiedonkäsittelytoiminnoissa; koostuvat aivokuoresta, aivokuoren alapuolisesta valkeasta aineesta, tyvitumakkeista ja limbisen järjestelmän osista *38*

jaettu tarkkaavaisuus prosessi, jossa pyritään tarkkailemaan kahta tai useampaa kohdetta samanaikaisesti; käytetään myös nimitystä multitasking, jossa useampaa tehtävää suoritetaan samaan aikaan *78*

James, William (1842–1910) yhdysvaltalainen psykologi; tutkinut tietoisen mielen toimintoja, kuten tarkkaavaisuutta ja muistamista; kuvaili jo vuonna 1890 tarkkaavaisuutta tavalla, joka on edelleen ajankohtainen *75*

Kahneman, Daniel (s. 1934) psykologi ja nobelisti; tunnettu kaksoisprosessointiteorioiden kehittäjä (järjestelmä 1 ja järjestelmä 2) *116–117*

kaikki tai ei mitään -periaate hermosolun toimintaperiaate; hermosolun vastaanottaessa toiselta hermosolulta hermoimpulssin sillä on vain kaksi vaihtoehtoa, joko lähettää hermoimpulssi eteenpäin, jos laukeamiskynnys ylittyy, tai olla lähettämättä, jos se ei ylity *52*

kaikumuisti kuullun aistimuisti, jossa säilötään kuultua aistitietoa enimmillään joidenkin sekuntien ajan *87*

kaksikielisyys kahden symbolijärjestelmän oppiminen ja käyttäminen; kaksikielisyys alkaa vauvana tai pikkulapsena, kun lapsi omaksuu kaksi kieltä lähes samanaikaisesti tai peräkkäin; aikuisiän kaksikielisyydestä puhutaan silloin, kun aikuinen esimerkiksi käyttää kahta kieltä päivittäin *129*

kaksoiskoodaus sekä visuaalisen että sanallisen tiedon hyödyntäminen muistiin tallentamisessa *104*

kaksoisprosessointiteoriat teoriat, joiden mukaan ihminen prosessoi tietoa intuitiivisen ja analyyttisen ajattelun avulla *116*

kasvosokeus prosopagnosia; häiriö, jossa ihminen ei pysty tunnistamaan ja erottamaan kasvoja toisistaan; syynä tyypillisesti vaurio ohimolohkon alaosassa sijaitsevan kasvojen tunnistamiseen erikoistuneessa alueessa *72*

keskushermosto hermoston säätelykeskus, joka ohjaa kaikkea kehon toimintaa; säätelee vireystilaa, unirytmiä, motorisia toimintoja ja kognitiivista toimintaa, kuten havaitsemista ja ajattelua; muodostuu aivoista ja selkäytimestä *32*

kestokorostuminen ilmiö, jossa jokin hermosolu muuttaa toimintaansa herkemmäksi vastaanottamaan hermoimpulsseja toiselta hermosolulta; useiden hermoimpulssien sarja synapsissa voi muokata hermosolun toimintaa niin, että hermoimpulssin kulku hermosolusta toiseen helpottuu ja aktiivisesti käytössä oleva synapsiyhteys vahvistuu; Donald O. Hebbin esittämä periaate *56*

kielellinen erityisvaikeus poikkeava kielen kehitys, jossa lapsen muu toiminta on ikätason mukaista, mutta kielen kehitys ei *136*

kielelliset toiminnot kieli, korkeamman tason kognitiivista toimintaa; keskeiset kielelliset toiminnot ovat kielen havaitseminen, ymmärtäminen ja tuottaminen, lukemisen ja kirjoittamisen taito *128*

kielen prosessoinnin päivitetty malli aivot eivät ole järjestyneet toisistaan erotettavissa oleviin alueisiin, joilla tuotetaan ja ymmärretään puhetta; päivitetyn mallin mukaan puhutun kielen hermoverkko levittäytyy laajasti useille alueille aivokuorella ja sen alapuoleisilla alueille (esim. Tremblay & Dick, 2016) *131*

kiihdyttävä synapsi synapsi, jonka kautta saatava viesti vie hermosolun toimintaa lähemmäs laukeamiskynnystä *52*

kirjoitettu kieli kirjoitus; kieli, joka on ilmaistu erityisillä symboleilla *128*

klassinen kielen prosessoinnin malli 1800-luvun jälkipuoliskolta lähtien vallinnut käsitys, jonka mukaan aivoissa on kaksi keskeistä puhutun kielen käsittelyyn erikoistunutta aluetta; Brocan ja Wernicken alueet *130*

kognitiivinen neurotiede 1980–1990 -lukujen taitteessa syntynyt tieteenala, joka pyrkii selvittämään mielen ja aivojen yhteyttä; yhdistää esimerkiksi kognitiivisen psykologian, neuropsykologian ja biologian tuottamaa tietoa ihmisen tiedonkäsittelystä *18*

kognitiivinen psykologia psykologian osa-alue, jossa pyritään ymmärtämään ihmisen tiedonkäsittelyä tutkimalla käyttäytymistä erilaisissa tiedonkäsittelyä vaativissa tehtävissä; juuret ulottuvat 1950- ja 60-luvulle *16*

kognitiivinen toiminta tiedonkäsittelytoiminta; esimerkiksi havaitseminen, tarkkaavaisuus, oppiminen, muisti, ajattelu ja kieli *8*

kognitiivinen toiminto tiedonkäsittelytoiminto; esimerkiksi havaitseminen, tarkkaavaisuus, oppiminen, muisti, ajattelu ja kieli *8*

kognitiivinen vinouma ihmisillä esiintyvät taipumukset hahmottaa ja painottaa informaatiota, havaintojaan ja tulkintojaan tietyllä tavoin; voi johtaa helposti päättelyvirheisiin *126*

kokeellinen tutkimus tutkimusmenetelmä, jonka avulla pyritään selvittämään muuttujien välisiä syy-seuraussuhteita *20*

konsolidaatio muistijälkien lujittuminen pitkäkestoisesti hermostossa; hippokampus tärkeä prosessissa *106*

konteksti ympäristö ja olosuhteet, joissa ärsyke tai ilmiö esiintyy; vaikuttaa havaitsemiseen; esimerkiksi paikan, ajan ja muiden ympäröivien tekijöiden sekä kulttuurin ja tunnetilan kokonaisuus *70*

kortisoli stressihormoni, joka vaikuttaa ihmisen kehossa vaaratilanteiden aikana; pitää veren sokeripitoisuuden korkealla stressaavan tilanteen aikana ja kiihdyttää elimistön aineenvaihduntaa; jatkuva korkea kortisolitaso vaikuttaa kielteisesti esimerkiksi uneen ja muistamiseen *58*

kuuloaivokuori kuuloon liittyvä ensisijainen aistialue, jolla käsitellään kuulohavaintoja; sijaitsee ohimolohkoissa; aktivoituu kuultujen ärsykkeiden yhteydessä *41*

kysely valmis kysymys- tai väittämäsarja; koehenkilö voi esimerkiksi arvioida sen avulla omaa toimintaansa *21*

käsite jonkin asian yleistetty merkityssisältö *100*

lateralisaatio aivopuoliskojen työnjako; isojenaivojen aivopuoliskot eroavat hieman toisistaan rakenteellisesti ja toiminnallisesti; näkyy kielellisissä toiminnoissa *42, 130*

laukeamiskynnys ärsytyksen määrä, joka hermosolun on vastaanotettava, jotta hermoimpulssi käynnistyy 52

liikeaivokuori aivokuoren alue, jolla käsitellään liiketietoa; sijaitsevat otsalohkon takaosissa juuri ennen päälakilohkoa; sisältää omat edustusalueensa kaikille kehon osille *42*

limbinen järjestelmä aivoissa oleva järjestelmä, joka tärkeä tunteiden, halujen, motivaation ja muistin kannalta; nimitys useille aivoalueille sekä aivokuorelta että aivokuoren alaisista osista; keskeisiä rakenteita esimerkiksi mantelitumake, hajukäämi, hippokampus, hypotalamus sekä osa talamuksesta *40*

Lindeman, Marjaana (s. 1954) suomalainen psykologian tohtori; tehnyt esimerkiksi kognitiivisen psykologian ja neuropsykologian tutkimusta Helsingin yliopistossa *117*

Loftus, Elizabeth (s. 1944) yhdysvaltalainen psykologi, joka on tutkinut erityisesti muistia ja muistin muokkautumista *16, 101*

lukivaikeus tarkoittaa lukemisen ja kirjoittamisen erityisvaikeutta; käytetään myös nimitystä dysleksia tai lukihäiriö *134*

McGurk-efekti puheen havaitsemisen moniaistisuutta havainnollistava illuusio, jossa ristiriitainen kuulo- ja näkötieto tuottavat havainnon, joka ei vastaa täysin kumpaakaan aistitietoa; esimerkiksi *ga*-tavun muodostamisen näkeminen ja *ba*-tavun samanaikainen kuuleminen tuottavat havainnon *da*-tavusta *69*

MEG magnetoenkefalografia; aivotutkimusmenetelmä, jolla kuvannetaan aivokuoren sähköisen hermosolutoiminnan synnyttämiä heikkoja magneettikenttiä; tarkastelee hermosolujen sähköistä toimintaa magneettikenttien kautta; sekä ajalliselta että paikalliselta tarkkuudeltaan hyvä aivotutkimusmenetelmä, kun tutkitaan toimintaa aivokuorella *25*

metakognitio tietoisuus omista kognitiivista prosesseista; tietoa siitä, mitä tietää *13*

mieltämisyksikkö useammasta erillisestä muistettavasta asiasta luotu laajempi muistettava kokonaisuus *93*

moniaistinen havaitseminen käsite, jolla kuvataan sitä, että havaitsemisessa hyödynnetään jatkuvasti useita aisteja; aistit eivät toimi irrallisina toisistaan, vaan havaitseminen on kokonaisvaltaista ja useita aistitietoja yhdistelevää *68*

moniresurssiteoriat jaetun tarkkaavaisuuden selitysmalleja, joiden mukaan ihmisen aivoissa on erilliset tarkkaavaisuusresurssit eli -voimavarat esimerkiksi eri aistipiirien, kuten näkö- ja kuuloaistin avulla vastaanotetun tiedon käsittelyyn; ks. resurssiteoriat *79*

motorinen tieto liiketoimintoihin liittyvä tieto; esimerkiksi liikkeiden suunnitteluun ja lihastoiminnan käynnistämiseen liittyvä tieto, kuten napin painamiseen tai jalan liikuttamiseen johtava tieto *33*

MRI magneettikuvantaminen; aivotutkimusmenetelmä; yksi aivojen rakenteen kuvantamismenetelmä, jossa hyödynnetään ihmisen elimistön magneettisia ominaisuuksia; pidetään tämänhetkisistä menetelmistä parhaana aivojen rakenteen tarkkaan kuvantamiseen *23*

muisti kognitiivista toimintaa, jossa käsitellään, tallennetaan ja säilytetään tietoa lyhyt- ja pitkäkestoisesti *84*

muistijälki pitkäkestoisesti tallennettujen muistojen hermoston toimintaan jättämä jälki; erilaiset muistot ja opitut asiat muodostavat muistijälkiä, joiden vahvuuteen vaikuttavat esimerkiksi muiston voimakkuus ja sen kertaaminen *85*

muistin monisäilömalli Atkinsin ja Shriffin muotoilema teoria, jossa muisti jaetaan aistimuistiin, työmuistiin ja säilömuistiin *85*

multitasking useamman kuin yhden tehtävän suorittamista samaan aikaan; käsitettä käytetään myös, kun puhutaan jaetusta tarkkaavaisuudesta *78*

muutossokeus näköhavaintoon liittyvä yleinen ilmiö, jossa ihminen ei huomaa suuria ja ilmeisiäkään muutoksia ympäristössään, jos muutos ajoittuu samanaikaisesti esimerkiksi silmänräpäyksen tai muun vastaavan häiritsevän tekijän kanssa *71*

muuttuja ihmisen tai ilmiön ominaisuus, joka voi saada erilaisia mitattavia arvoja *20*

myeliinituppi rasva-aineista koostuva eriste, jonka tarkoitus on tehostaa hermoimpulssin kulkua aksonissa ja suojata aksonia niin, että hermoimpulssi voi kulkea häiriöttä; tärkeä hermoston kokonaistoiminnan kannalta, mahdollistaa hermosolujen riittävän nopean viestinnän *50*

neglect aivovaurion aiheuttama tarkkaavaisuushäiriö, jossa henkilö ei kiinnitä huomiota vaurioituneen aivopuoliskon vastakkaisella puolella esiintyviin ärsykkeisiin *81*

Neisser, Ulric (1928–2012) yhdysvaltalainen psykologi; havaintokehä-mallin kehittäjä *10*

neurologia lääketieteen osa-alue, jossa tutkitaan, hoidetaan ja kuntoutetaan hermoston sairauksia sekä vaurioiden aiheuttamia muutoksia yksilön toiminnassa *60*

neuroni hermosolu *48*

neuropsykologia psykologian osa-alue, jossa pyritään selvittämään ja ymmärtämään psykologisten ilmiöiden hermostollista perustaa; juuret 1800-luvun aivovauriopotilaiden tutkimuksissa *18*

Nummenmaa, Lauri (s. 1977) suomalainen psykologi ja kognitiivisen neurotieteen professori; tutkinut erityisesti tunteita ja niiden mekanismeja *124*

näköaivokuori näköön liittyvä ensisijainen aistialue, jolla käsitellään näköhavaintoja; sijaitsee takaraivolohkossa; aktivoituu näköärsykkeiden yhteydessä *41*

Näätänen, Risto (s. 1939) suomalainen psykologi ja tarkkaavaisuuden tutkimuksen uranuurtaja *87*

ohimolohko yksi aivokuoren neljästä lohkosta; ohimolohkot sijaitsevat aivojen sivuilla; tärkeä esimerkiksi kuulotiedon käsittelyssä *40*

omaelämäkerrallinen muisti yksilön pitkäkestoisesti tallentamat muistot, jotka koskevat hänen omaa elämäänsä; sisältää asia- ja tapahtumamuistoja *100*

ongelma uudenlainen tilanne, jonka välittömään ratkaisuun henkilöllä ei ole olennaista tietoa tai välineitä *122*

ongelmanratkaisu ajattelun muoto, jossa tähdätään tiettyyn päämäärään, lopputulokseen; nojaa sekä automatisoituneisiin toimintoihin että kontrolloituihin prosesseihin *122*

otsalohko yksi aivokuoren neljästä lohkosta; otsalohkot sijaitsevat aivojen etuosassa; keskeinen esimerkiksi suunnitelmallisuuden, itsesäätelyn, tarkkaavaisuuden ja työmuistin kannalta; yksi aivojen pisimpään kehittyvistä alueista 40

paikallinen summautuminen hermosolun toimintaa, jossa useista eri hermosoluista lyhyessä ajassa saapuvia viestejä summataan yhteen *53*

paikallinen tarkkuus aivotutkimusmenetelmän kyky antaa tarkkaa tietoa siitä, missä aktivaatiota tapahtuu *24*

parasympaattinen hermosto autonomisen hermoston osa, jonka toiminnan tehostuminen edistää elimistön voimavarojen palautumista levossa; aktivoituu erityisesti levätessä ja rentoutuessa sekä syömisen jälkeen *36*

paremmuuden illuusio kognitiivinen vinouma; ihmisen taipumus yliarvioida omia kykyjään *126*

Pavlov, Ivan (1849–1936) venäläinen nobelisti ja fysiologian tutkija, joka havaitsi koirilla tehdyissä kokeissa klassisen ehdollistumisen ilmiön *102*

pikkuaivot aivojen taka-alaosassa sijaitseva rakenne, joka muistuttaa rakenteeltaan ja ulkonäöltään pienempää versiota isoaivoista; tärkeä liikkeiden tarkassa säätelyssä, sensomotorisen eli aisti- ja liiketiedon yhdistämisessä ja oppimisessa sekä tarkkaavaisuus- ja työmuistitoiminnoissa *38, 46*

pitkäkestoinen muisti säilömuisti *99*

plastisuus muovautuvuus; aivojen hermosolujen ja hermoverkkojen jatkuva muokkautuminen ja muuntuminen käytöksen, tunteiden ja kokemusten perusteella; solutasolla muovautuvuuden taustalla ovat muutokset hermosolujen välisissä yhteyksissä *56*

poimu aivokuoren taipuma; poimuiksi taiteltuna kallon sisälle mahtuu huomattavasti suurempi määrä aivokuorta *39*

priming alustaminen, virittäminen; edeltävä ärsyke vaikuttaa seuraavan ärsykkeen käsittelyyn; tieto on helpommin käytettävissä, jos sitä on käsitelty äskettäin *12, 118*

psykologinen testi aina samanlaisena toistettava sarja tehtäviä, joihin odotetaan etukäteen määritellyllä tavalla arvioitavia vastauksia ja joiden esittäminen ja vastausten arviointi tapahtuvat aina samalla tavalla *22*

psyykkiset tekijät psyyken eli mielen toimintaan liittyvät tekijät; esim. ongelmanratkaisu kytkeytyy yksilön tietoperustaan ja skeemoihin *122*

puhe puhuttu kieli *128*

puheen havaitseminen puhutun kielen havaitsemiseen ja kielellisiin toimintoihin liittyvät prosessit, jotka tähtäävät kuullun ymmärtämiseen ja kommunikoimiseen *132*

puheen tuottaminen prosessi, joka alkaa aikomuksella puhua ja johtaa muistista haettujen sanojen muuntamiseen äänteiksi *133*

puheen ymmärtäminen puhutun kielen ymmärtäminen; oleellinen jokapäiväisessä elämässä tarvittava taito, johon sisältyy esim. sanojen merkityksen analyysi *132*

Pyysiäinen, Ilkka (s. 1959) teologian tohtori; tutkimuskohteena esim. kognitiivinen uskontotiede; tutkinut mm. uskonnollista ajattelua ja kieltä *117*

päälakilohko yksi aivokuoren neljästä lohkosta; päälakilohkot sijaitsevat aivojen yläosissa; olennainen esimerkiksi tuntotiedon käsittelyn, avaruudellisen hahmottamisen ja tarkkaavaisuuden säätelyn kannalta *40*

päättely ajattelun muoto, jossa ihminen soveltaa oppimiaan tietoja ja taitoja tiettyihin tilanteisiin; päättelyä tarvitaan usein myös päätöksenteossa ja ongelmanratkaisussa *124*

päätöksenteko ajattelun muoto, jossa valitaan jokin toiminta, asia tai uskomus useiden vaihtoehtojen joukosta *124*

rationaalinen päätöksenteko perustuu analyyttisen ajattelun käyttämiseen; työlästä ja intuitiivista päätöksentekoa hitaampaa *124*

rationaalisuus järkiperäisyys; keskeistä analyyttisessa ajattelussa *119*

reaktioaikamittaus jonkin tehtävän suorittamiseen kuluvan ajan mittaaminen; käytetyn ajan perusteella päätellään, kuinka haasteellinen tehtävä koehenkilölle on ja mitä se edellyttää tiedonkäsittelyltä *21*

rekonsolidaatio muistojen uudelleen lujittuminen, kun niitä palautetaan työmuistin käsittelyyn; muistijäljistä tulee jälleen hauraita ja ne ovat alttiimpia muutoksille uuden tiedon pohjalta *107*

rekonstruktiivisuus muistin muokkaantuvuus; muistot voivat muokkaantua muistiprosessien aikana *103*

reseptori solukalvolla oleva välittäjäaineen sitoutumiskohta eli vastaanottaja *54*

resurssiteoriat jaetun tarkkaavaisuuden selitysmalleja, joiden mukaan ihmisen aivoissa on yksi rajallinen varasto tarkkaavaisuusresursseja eli -voimavaroja, joita voidaan jakaa eri tehtävien kesken; ks. moniresurssiteoriat *79*

retrogradinen amnesia amnesian muoto, jossa ennen vauriota muodostetut muistot häiriintyvät 110

saatavuuden heuristiikka päätöksen tekeminen sen perusteella, kuinka helposti henkilö pystyy palauttamaan vastaavan tilanteen mieleensä tai millainen vaikutelma hänelle on muodostunut asian yleisyydestä *126*

Sacks, Oliver (1933–2015) englantilainen neurologi ja tuottelias kirjailija, joka kuvasi runsaasti erilaisia neurologisia potilastapauksia *60*

salamavalomuisto elävältä tuntuva muisto voimakkaita tunteita herättäneestä tapahtumasta *100*

selkäydin selkärangan sisällä kulkeva keskushermoston osa; koostuu sekä harmaasta että valkoisesta aineesta *32*

sensorinen aisteihin tai aistimuksiin liittyvä *66*

sensorinen tieto aistitieto, jota saamme ympäristöstä ja omasta kehostamme; esimerkiksi näkö- ja kuuloaistin avulla voi saada aistitietoa ympäristön vaaroista tai tuntea mielihyvää ja kipua *33*

sisäinen malli skeema *8*

skeema sisäinen malli; muistiin tallennettu tietorakenne tai toimintamalli jostakin asiasta tai ilmiöstä *8*

skripti tapahtumasarjaa koskevaa skeema, "toiminnan käsikirjoitus"; sisältää tietoa toiminnan vaiheista ja järjestyksestä *9*

solukalvo solun pintaosa, joka erottaa solun sitä ympäröivästä nesteestä *50*

somaattinen hermosto muodostuu hermoista, jotka hoitavat aistielinten ja lihasten yhteydenpitoa keskushermostoon *34*

sooma hermosolun solukeskus; siellä sijaitsee mm. solun geneettisen aineksen eli DNA:n sisältävä tuma *50*

sosiokulttuuriset tekijät kognitiiviseen toimintaan liittyvät kulttuuri- ja tilannetekijät *123*

Sperry, Roger W. (1913–1994) yhdysvaltalainen neuropsykologi; tutkinut mm. aivohalkiopotilaita *45*

Stanovich, Keith E. (s. 1950) kanadalainen psykologi; tutkinut tiedon kaksoisprosessointia *121*

suodatinteoria Donald Broadbentin esittämä varhaisen valinnan teoria valikoivasta tarkkaavaisuudesta; ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmässä on suodatin, joka valikoi kaikesta vastaanotetusta aistitiedosta jatkokäsittelyyn ja tietoisuuden kohteeksi vain tarkkaillut ärsykkeet ja pysäyttää muiden ärsykkeiden käsittelyn *76*

suodatinvaimennusteoria Anne Treismanin esittämä myöhäisen valinnan teoria valikoivasta tarkkaavaisuudesta; suodatin ei pysäytä ei-tarkkailtujen ärsykkeiden jatkokäsittelyä kokonaan, vaan vain vaimentaa tai heikentää ärsykkeiden käsittelyä; myös ei-tarkkaillut ärsykkeet voivat tulla tarkkaavaisuuden kohteiksi *76*

sympaattinen hermosto autonomisen hermoston osa, jonka toiminnan tehostuminen parantaa elimistön kykyä selviytyä vaara- ja stressitilanteissa; aktivoituu erityisesti niin sanotun pelko-, puolustus- tai pakoreaktion eli taistele tai pakene -reaktion käynnistyessä *35*

synapsi kahden hermosolun tai hermosolun ja jonkin muun elimistön rakenteen välinen liitoskohta; kahden hermosolun välinen synapsi on viestin lähettävän ja vastaanottavan hermosolun liitoskohta *51*

synapsirako synapsissa hermosolujen väliin jää pieni väli, jonka yli lähettävä hermosolu kommunikoi vastaanottavalle hermosolulle kemiallisesti; sinne vapautetaan välittäjäaineita hermoimpulssin saapuessa hermopäätteeseen *54*

sädekehävaikutus kognitiivinen vinouma; ihmisen taipumus liittää hyviä asioita sellaiseen henkilöön, josta pitää, ja huonoja sellaiseen, josta ei pidä *126*

säilömuisti pitkäkestoinen muisti; muistiprosessi, jossa tallennetaan ja varastoidaan muistijälkiä pitkäkestoisesti sekä lisäksi muistijälkiä palautetaan työmuistin käsittelyyn *85, 99*

tahaton tarkkaavaisuus ärsykkeiden ohjaamaa tarkkaavaisuutta *75*

tahdonalainen tarkkaavaisuus prosessi, jossa henkilö ohjaa keskittymistään tarkoituksellisesti tavoitteidensa suuntaisesti; ks. valikoiva ja jaettu tarkkaavaisuus *75*

taitomuisti säilömuistin osa-alue, joka sisältää implisiittiset eli ei-sanoitetut muistot, taidot ja tiedostamattomasti omaksutut tavat *102*

takaraivolohko yksi aivokuoren neljästä lohkosta; takaraivolohkot sijaitsevat aivojen taka-osissa; keskeinen esimerkiksi näkötiedon käsittelyssä *40*

talamus aivojen keskiosissa sijaitseva rakenne, jonka kautta suurin osa aistitiedosta kulkee muualle aivoihin *46*

tallennus muistin toiminto, jossa käsiteltävä tieto tallentuu työmuistista säilömuistiin *104*

tapahtumamuisti tietomuisti, jossa säilötään episodeihin eli tapahtumiin liittyvät muistot *100*

tarkkaavaisuus huomion keskittämistä joihinkin asioihin, jolloin toiset asiat jäävät huomiotta; tarkkaillut asiat tiedostetaan; ks. tahdonalainen ja tahaton tarkkaavaisuus *75*

tiedonkäsittelytoiminto kognitiivinen toiminto *8*

tiedostamaton tiedonkäsittely tiedonkäsittelyä, jota ei käsitellä tietoisella tasolla tai joka ei koskaan saavuta tietoista tasoa ja tule siten tietoisuuden piiriin; esimerkiksi rutiininomaiset ja automaattiseksi muuttuneet tiedonkäsittelytoiminnot *12*

tietomuisti säilömuistin osa, joka sisältää sanoitettavat eli eksplisiittiset muistot; sisältää asia- ja tapahtumamuistin *99*

tietoinen tiedonkäsittely ihmisen kyky havainnoida tahdonalaisesti ympäristöään sekä ohjata omaa tarkkaavaisuuttaan ja toimintaansa *12*

TMS transkraniaalinen magneettistimulaatio; eräs aivojen stimulointimenetelmä; aivotutkimusmenetelmä, jossa voimakkaalla magneettisella pulssilla häiritään, muunnetaan tai kiihdytetään jonkin rajatun aivoalueen toimintaa hetkellisesti; esimerkiksi liikeaivokuorta stimuloimalla voi saada aikaiseksi liikkeitä raajoissa; käytetään tutkimuksen lisäksi myös hoitomenetelmänä esimerkiksi masennuksen hoidossa *26*

Treisman, Anne (s. 1935) englantilainen psykologi, joka esitti suodatinvaimennusteorian valikoivasta tarkkaavaisuudesta *76*

tuma solun osa, jossa sijaitsee solun geneettinen aines eli DNA *50*

tunnistusmuisti muistojen palauttamista käsittelyyn asian tunnistamisen avulla *105*

tuntoaivokuori tuntoon liittyvä ensisijainen aistialue, jolla käsitellään tuntohavaintoja; sijaitsee päälakilohkossa; käsittelee kehon tuntoaistimuksia ja on rakentunut niin, että toisiaan lähellä olevat hermosolut käsittelevät tietyn kehon osan aistimuksia *41*

tyvitumakkeet isojenaivojen osat, jotka sijaitsevat aivokuoren alla; keskeisiä rakenteita tahdonalaisten liikkeiden säätelyssä ja erilaisten taitojen oppimisessa *40*

työmuisti muistin osa, jossa säilötään ja käsitellään toiminnalle oleellista tarkkaavaisuuden kohteena olevaa tietoa lyhyen ajan; kapasiteetilta ja kestoltaan rajallinen *85*

työmuistikapasiteetti kuinka paljon muistettavia asioita työmuisti voi käsitellä; arvion mukaan voi pitää yllä noin neljä erillistä mieltämisyksikköä *92*

työmuistin keskusyksikkö työmuistin osa, joka on tärkeä työmuistin tarkkaavaisuuden ja työmuistin eri osien ohjaamiselle; valikoi työmuistin käsittelyyn aistitietoa tai tietoa säilömuistista *90*

työmuistin kesto kuinka pitkään työmuistissa voi säilyttää tietoa; arvion mukaan tieto säilyy korkeintaan 20 sekuntia, jos sen käsittelyä ei jatketa *92*

umpieritysjärjestelmä elimistön viestinnän ja säätelyn kannalta keskeinen järjestelmä, joka koostuu hormoneja tuottavista soluista *56*

umpirauhanen rauhanen, jonka tuottamat hormonit vapautuvat suoraan verenkiertoon ja kulkeutuvat sitä kautta kaikkialle elimistöön ja erityisesti aivoihin; esimerkiksi aivoissa hypotalamus, aivolisäke sekä käpyrauhanen ja aivojen ulkopuolella mm. kilpirauhanen, lisäkilpirauhanen, haima, lisämunuainen sekä lisääntymiselimistön rauhaset eli kivekset ja munasarjat *56*

unohtaminen muistissa käsiteltävän tiedon katoaminen tai saavuttamattomuus *85, 108*

unohtamisen hiipumisteoria selittää unohtamista muistojen vähittäisellä hiipumisella *108*

vahvistusvinouma kognitiivinen vinouma; omaa ajattelua vahvistava tieto huomioidaan, kun taas vastakkaista tietoa vähätellään *126*

valikoiva tarkkaavaisuus prosessi, jossa tietoiseen käsittelyyn valitaan aktiivisesti jotain tietoa ja muu tieto jätetään huomioimatta; tarkoituksellista huomion keskittämistä yhteen asiaan *76*

vapaa palautus muistojen palauttamista työmuistin käsittelyyn ilman tunnistusta tai ulkoisia vihjeitä *105*

ventraalinen järjestelmä aivoverkosto, joka liittyy etenkin tahattoman tarkkaavaisuuden suuntaamiseen; verkostoon kuuluu etenkin oikean aivopuoliskon ohimo- ja päälakilohkon liittymäkohta ja alue otsalohkon alaosassa *80*

visuospatiaalinen lehtiö työmuistin osa, jossa käsitellään muistettavaa näkötietoa *90*

välittäjäaine molekyyli, jota vapautetaan synapsirakoon ja jonka välityksellä lähettävä hermosolu välittää viestin vastaanottavalle hermosolulle; kuljettuaan synapsiraon yli se sitoutuu vastaanottavan hermosolun reseptoriin *54*

välittäjäainerakkula aksonin päässä sijaitseva rakenne, joka sisältää välittäjäainetta *54*

Wernicken alue klassisessa kielen prosessoinnin mallissa Wernicken aluetta pidettiin puheen ymmärtämisen keskuksena; nykytiedon valossa Wernicken alue on puheelle tärkeä aivojen alue *131*

Wernicke, Carl (1848–1905) saksalainen neuropatologi ja psykiatri, jonka mukaan on nimetty puheen ymmärtämiseen liittyvä aivokuoren alue *130*

äskeisyysefekti muistissa viimeisimpänä käsitelty tieto painottuu *106*

ärsyke tekijä, joka saa aikaan reaktion ja toiminnan *14*

ääreishermosto aivojen ja selkäytimen ulkopuolella oleva hermosto; koostuu sensorisista ja motorisista hermoista sekä sekahermoista, jotka välittävät sensorista ja motorista tietoa; ääreishermoston hermojen kautta aistitieto välittyy keskushermostoon ja liikekäskyt välittyvät keskushermostosta lihaksiin *33*

LÄHTEET

I Ihmisen tiedonkäsittelyn perusteet

1. Mitä tiedonkäsittely on?

Ackerman, J. M., Nocera, C. C. & Bargh, J. A. (2010). Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions. Science, 328 (5986), 1712–1715.

Bower, G. H., Black, J. B. & Turner, T. J. (1979). Scripts in memory for text. Cognitive psychology, 11(2), 177–220.

Crusco, A. H. & Wetzel, C. G. (1984) The midas touch the effects of interpersonal touch on restaurant tipping. Personality and Social Psychology Bulletin, 10(4), 512–517.

Eysenck, M. W. (2012). Fundamentals of cognition. 2. painos. Hove: Psychology Press.

Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2015). Cognitive psychology. A student's handbook. 7. painos. Hove: Psychology Press.

Macrae, C. N., Milne, A. B. & Bodenhausen, G. V. (1994). Stereotypes as energy-saving devices: a peek inside the cognitive toolbox. Journal of personality and Social Psychology, 66(1), 37.

Neisser, U. (2014). Cognitive Psychology: Classic Edition. Psychology Press.

Townsend, J. T. (1990). Serial vs. parallel processing: Sometimes they look like Tweedledum and Tweedledee but they can (and should) be distinguished. Psychological Science, 1(1), 46–54.

Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. Hove: Psychology Press.

2. Tiedonkäsittelyn tutkimus

Baumeister, R. F., Vohs, K. D. & Funder, D. C. (2007). Psychology as the science of self-reports and finger movements: Whatever happened to actual behavior? Perspectives on Psychological Science, 2(4), 396–403.

Degerman, A., Salmi, J., Alho, K. & Rinne, T. (2006). Elektroenkefalografia. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 105–110. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Eysenck, M. W. (2012). Fundamentals of cognition. 2. painos. Hove: Psychology Press.

Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2015). Cognitive psychology. A student's handbook. 7. painos. Hove: Psychology Press.

Hari, R. (2006). Magnetoenkefalografia. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 111–117. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Hokkanen, L., Laaksonen, R. & Ranta, M. (2015). Neuropsykologisen tutkimuksen ja kuntoutuksen historia sekä pätevöityminen Suomessa. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia, 14–22. Helsinki: Duodecim.

Hyönä, J. (2006). Kokeelliset tutkimusasetelmat kognition tutkimuksessa. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 45–54. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Hämäläinen, P. & Ahonen, H. (2006). Kliininen neuropsykologinen tutkimus. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 79–88. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Kalat, J. W. (2013). Biological psychology. 11. painos. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Laine, M. (2006). Kielellisten toimintojen aivoperustaa. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 350–358. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Loftus, E. F. & Palmer, J. C. (1974). Reconstruction of automobile destruction: An example of the interaction between language and memory. Journal of verbal learning and verbal behavior, 13(5), 585–589.

Purves, D. ym. (toim.) (2012). Neuroscience. 5. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Revonsuo, A. (2006). Mitä on kognitiivinen neurotiede? Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 13–21. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Rinne, T., Salmi, J., Degerman, A. & Alho, K. (2006). Toiminnallinen magneettiresonanssikuvaus. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 125–129. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology, J8, 643–662.

Vitikainen, A.-M. & Kähkönen, S. (2006). Transkraniaalinen magneettistimulaatio. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 130–136. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. Hove: Psychology Press.

II Tiedonkäsittelyn hermostollinen perusta

3. Hermoston rakenne ja toiminta

Hokkanen, L., Laaksonen, R. & Ranta, M. (2015). Neuropsykologisen tutkimuksen ja kuntoutuksen historia sekä pätevöityminen Suomessa. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia, 14–22. Helsinki: Duodecim.

Hämäläinen, P. & Ahonen, H. (2006). Kliininen neuropsykologinen tutkimus. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 79–88. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Jehkonen, M. & Saunamäki, T. (2015). Aivojen keskeiset rakenteet kognitiivisissa ja psyykkisissä toiminnoissa. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia, 23–39. Helsinki: Duodecim.

Kalat, J. W. (2013). Biological psychology. 11. painos. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Purves, D. ym. (toim.) (2012). Neuroscience. 5. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., Bjålie, J. G. & Toverud, K. C. (2015). Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 12. painos. Helsinki: SanomaPro.

Schuenke, M., Schulte, E., Schumacher, U. & Voll, M. (2007). THIEME Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. Hove: Psychology Press.

4. Aivojen rakenne ja toiminta

Alho, K., Rinne, T., Herron, T. J. & Woods, D. L. (2014). Stimulus-dependent activations and attention-related modulations in the auditory cortex: a meta-analysis of fMRI studies. Hearing research, 307, 29–41.

Broca, P. (1865). Sur le siège de la faculté du langage articulé. Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris, I° Série, 6, 377–393.

Fischl, B. & Dale, A. M. (2000). Measuring the thickness of the human cerebral cortex from magnetic resonance images. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97(20), 11050–11055.

Gazzaniga, M. S. (1967). The split brain in man. Scientific American, 217(2), 24–29.

Jehkonen, M. & Saunamäki, T. (2015). Aivojen keskeiset rakenteet kognitiivisissa ja psyykkisissä toiminnoissa. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia, 23–39. Helsinki: Duodecim.

Kalat, J. W. (2013) Biological psychology. 11. painos. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Leppänen, P. H. T. & Hämäläinen, J. A. (2010). Puheen ja kielen aivoperustan mittaus ja kuvantaminen. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen ja M. Laine (toim.): Kieli ja aivot: Kommunikaation perusteet, häiriöt ja kuntoutus. Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus. Turun yliopisto, 68–80.

Nielsen, J. A., Zielinski, B. A., Ferguson, M. A., Lainhart, J. E. & Anderson, J. S. (2013). An evaluation of the left-brain vs. right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging. PloS one, 8(8), e71275.

Purves, D. ym. (toim.) (2012). Neuroscience. 5. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., Bjålie, J. G. & Toverud, K. C. (2015). Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 12. painos. Helsinki: SanomaPro.

De Schotten, M. T., Dell'Acqua, F., Forkel, S. J., Simmons, A., Vergani, F., Murphy, D. G. & Catani, M. (2011). A lateralized brain network for visuospatial attention. Nature neuroscience, 14(10), 1245–1246.

Schuenke, M., Schulte, E., Schumacher, U. & Voll, M. (2007). THIEME Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Sperry, R. W. (1968). Hemisphere deconnection and unity in conscious awareness. American Psychologist, 23(10), 723.

Särkämö, T. & Tervaniemi, M. (2010). Musiikin ja puheen suhde. Teoksessa P. Korpilahti,

O. Aaltonen ja M. Laine (toim.): Kieli ja aivot: Kommunikaation perusteet, häiriöt ja kuntoutus. Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus. Turun yliopisto, 43–50.

van der Knaap, L. J., & van der Ham, I. J. (2011). How does the corpus callosum mediate interhemispheric transfer? A review. Behavioural brain research, 223(1), 211–221.

5. Hermoston viestintä

Azevedo, F. A., Carvalho, L. R., Grinberg, L. T., Farfel, J. M., Ferretti, R. E., Leite, R. E., Jacob Filho W., Lent. R. & Herculano-Houzel, S. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. Journal of Comparative Neurology, 513(5), 532–541.

Brown, R. E. & Milner, P. M. (2003). The legacy of Donald O. Hebb: more than the Hebb synapse. Nature Reviews Neuroscience, 4(12), 1013–1019.

Carhart-Harris, R. L., Muthukumaraswamy, S., Roseman, L., Kaelen, M., Droog, W., Murphy, K., … & Leech, R. (2016). Neural correlates of the LSD experience revealed by multimodal neuroimaging. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(17), 4853–4858.

Jehkonen, M. & Saunamäki, T. (2015). Aivojen keskeiset rakenteet kognitiivisissa ja psyykkisissä toiminnoissa. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia, 23–39. Helsinki: Duodecim.

Kalat, J. W. (2013) Biological psychology. 11. painos. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Khakh, B. S. & Sofroniew, M. V. (2015). Diversity of astrocyte functions and phenotypes in neural circuits. Nature neuroscience, 18(7), 942–952.

Nave, K. A. (2010). Myelination and support of axonal integrity by glia. Nature, 468(7321), 244–252.

Perea, G., Sur, M. & Araque, A. (2014). Neuron-glia networks: integral gear of brain function. Frontiers in Cellular Neuroscience, 8, 378, 1–8.

Purves, D. ym. (toim.) (2012). Neuroscience. 5. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., Bjålie, J. G. & Toverud, K. C. (2015). Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 12. painos. Helsinki: SanomaPro.

Savtchenko, L. P. & Rusakov, D. A. (2007). The optimal height of the synaptic cleft. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(6), 1823–1828.

Schuenke, M., Schulte, E., Schumacher, U. & Voll, M. (2007). THIEME Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

III Kognitiiviset perustoiminnot

6. Havaitseminen

Carbon, C. C. (2014). Understanding human perception by human-made illusions. Frontiers in Human Neuroscience, 8, 566.

Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2015). Cognitive psychology. A student's handbook. 7. painos. Hove: Psychology Press.

Farah, M. J. (2004). Visual Agnosia. 2. painos. The United States: A Bradford Book, The MIT Press.

Grimes, J. (1996). On the Failure to Detect Changes in Scenes Across Brief Interruptions. Teoksessa K. Akins (toim.): Perception, 89–110. London: Oxford University Press.

Heider, F. & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. The American Journal of Psychology, 57(2), 243–259.

Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. Perception & psychophysics, 14(2), 201–211.

McGurk, H. & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. Nature, 264, 746–748.

Proffitt, D. R. (2006). Embodied perception and the economy of action. Perspectives on psychological science, 1(2), 110–122.

Purves, D. ym. (toim.) (2012). Neuroscience. 5. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Rensink, R., O'Regan K. J. & Clark, J. C. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. Psychological Science, 8, 368–373.

Riener, C. R., Stefanucci, J. K., Proffitt, D. R., & Clore, G. (2011). An effect of mood on the perception of geographical slant. Cognition and Emotion, 25(1), 174–182.

Salmela, V., Kurki, I. & Laurinen, P. (2006). Psykofysiikka. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 33–44. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Scholl, B. J. & Tremoulet, P. D. (2000). Perceptual causality and animacy. Trends in cognitive sciences, 4(8), 299–309.

Schuenke, M., Schulte, E., Schumacher, U. & Voll, M. (2007). THIEME Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Tiippana, K. (2006). Moniaistinen havaitseminen. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & Thompson, P. (1980): Margaret Thatcher: a new illusion. Perception, 9(4), 483–484.

Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. Hove: Psychology Press.

Wolfe, J. M. ym. (2015). Sensation and perception. 4. painos. Sunderand, MA: Sinauer Associates, Inc.

7. Tarkkaavaisuus

Alho, K., Salmi, J., Degerman, A. & Rinne, T. (2006). Tarkkaavaisuus ja aivotoiminta. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen & A. Revonsuo (toim.): Mieli ja aivot: Kognitiivisen neurotieteen oppikirja, 242–251. Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Broadbent, D. E. (1958). Perception and communication. New York: Pergamon.

Buxbaum, L., Ferraro, M., Veramonti, T., Farne, A., Whyte, J., Ladavas, E., Frassinetti, F. & Coslett, H. (2004). Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability. Neurology, 62: 749–756.

Cherry, E.C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears. Journal of the Acoustical Society of America, 25(5), 975–979.

Corbetta, M. & Shulman, G. (2002). Control of goal-directed and stimulus driven attention in the brain. Nature Reviews Neuroscience, 3, 201–215.

Corbetta, M. & Shulman, G. (2011). Spatial neglect and attention networks. Annu Rev Neurosci, 34: 569–599.

Degerman, A. (2008). Human brain mechanisms of auditory and audiovisual selective attention.

Helsingin yliopisto, käyttäytymistieteellinen tiedekunta, psykologian laitos.

Eysenck, M. & Keane, M. (2010). Cognitive Psychology: A Student's Handbook. 6. painos. Hove: Psychology Press.

Gazzaniga, M., Ivry, R., Mangun, G.; with Megan, S. (2009). Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind. 3. painos. New York: Norton.

James, W. (1890). The Principles of Psychology. New York: Holt.

Kahneman, D. (1973). Attention and effort. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Korkeila, J., Leppämäki, S., Niemelä, A. & Virta, M. (2011). Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö (ADHD). Teoksessa K. Juva, C. Hublin, K. Kalska, J. Korkeila, M. Sainio, P. Tani & R. Vataja (toim.): Kliininen neuropsykiatria, 206–215, Helsinki: Duodecim.

Lachter, J., Foster, K. & Ruthruff, E. (2004). Forty-Five Years After Broadbent (1958): Still No Identification Without Attention. Psychological Review, 111, 880–913.

Moisala, M., Salmela, V., Salo, E., Carlson, S., Vuontela, V., Salonen, O. & Alho, K. (2015). Brain activity during divided and selective attention to auditory and visual sentence comprehension tasks. Frontiers in Human Neuroscience, 9, 1–15.

Näätänen, R. (1992). Attention and brain function. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Paavilainen, P. (2016). Toimivat aivot: Kognitiivisen neurotieteen perusteita. Helsinki: Edita.

Posner, M. I. (2012). Cognitive Neuroscience of Attention. New York: The Guilford Press.

Simons, D. J & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events. Perception, 28, 1059–1074.

Strayer, D. L. & Johnston, W. A. (2001). Driven to distraction: dual-Task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. Psychological Science, 12, 462–466.

Strayer, D. L., Watson, J. M. & Drews, F.A. (2011). Cognitive Distraction While Multitasking in the Automobile. Teoksessa P. Ross (toim.): The Psychology of Learning and Motivation, 54, 29–58, Burlington: Academic Press.

Treisman, Anne (1964). Verbal cues, language, and meaning in selective attention. The American Journal of Psychology, 77(2), 206–219.

Vossel, S., Geng, J. J., Fink, G. (2013). Dorsal and Ventral Attention Systems: Distinct Neural Circuits but Collaborative Roles. The Neuroscientist, 20(2): 150–159.

Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. Teoksessa R. Parasuraman & D. R. Davies (toim.), Varities of Attention. London: Academic Press.

Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. Theoretical Issues in Ergonomic Science, 3(2), 159–177.

8. Lyhytkestoinen muisti

Baddeley, A., Eysenck, M. & Anderson, M. (2015). Memory. 2. painos. London: Psychology Press.

Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 19(4): 450–466.

Erikson, J., Vogel, E., Lansner, A., Bergström, F. & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. Neuron, 88: 33–46.

Eysenck, M. & Keane, M. (2015). Cognitive Psychology: a student's handbook. 7. painos. London: Psychology Press.

Paavilainen, P. (2016). Toimivat aivot, kognitiivisen neurotieteen perusteita. Helsinki: Edita.

Ma, W., Husain, M. & Bays, P. (2014). Changing concepts of working memory. Nature Neuroscience, 17(3): 347–356.

Melby-Lervåg, M. & Hulme, C. (2013). Is memory training effective? A meta-analytic review. Developmental Psychology, 49(2): 270–291.

Luethi, M., Meier, B. & Sandi, C. (2009). Stress Effects on Working Memory, Explicit Memory, and Implicit Memory for Neutral and Emotional Stimuli in Healthy Men. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 2(5): 1–9.

Kalakoski, V. (2007). Työmuisti tämänhetkisen tiedon käsittelijänä. Teoksessa Muistikirja, 46–93. Helsinki: Edita.

Salmela, V. R., Moisala, M. & Alho, K. (2014). Working memory resources are shared across sensory modalities. Attention, Perception & Psychophysics, 76: 1962.Kannas, L., Eskola, K., Välimaa, P. & Mustajoki, P. (2010). Virtaa. Nuoret, terveys ja arkielämä. Jyväskylä: Atena Kustannus.

9. Pitkäkestoinen muisti

Baddeley, A., Eysenck, M. & Anderson, M. (2015). Memory. 2. painos. London: Psychology Press.

Bartlett, F.C. (1932). Remembering. Cambridge: Cambridge University Press.

Eysenck, M. & Keane, M. (2015). Cognitive Psychology: a student's handbook. 7. painos. London: Psychology Press.

Kallio, E-L., Hokkanen, L., Hietanen, M. & Hänninen T. (2015). Muistihäiriöt. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola. & J. Vilkki (toim.): Kliininen neuropsykologia. Helsinki: Duodecim.

Macrae C. & MacLeod M. (1999). On recollections lost: When practice makes imperfect. Journal of Personality and Social Psychology, 77: 463–473.

Moschovitch, M., Cabeza, R., Wincour, G. & Nadel, L. (2016). Episodic Memory and Beyond: the hippocampus and neocortex in transformation. Annual Review of Psychology, 67: 105–134.

Murdock, B. B. (1962). The serial position effect of free recall. Journal of Experimental Psychology, 64(5), 482–488.

Paavilainen, P. (2016). Toimivat aivot, kognitiivisen neurotieteen perusteita. Helsinki: Edita.

Roediger, H., Meade, M., Gallo, D. & Olson, K. (2014). Bartlett revisited: Direct comparison of repeated reproduction and serial reproduction techniques. Journal of applied research in memory and cognition, 3: 266–271.

Ryan, L., Cox, C., Hayes, S. & Nadel, L. (2008). Hippocampal Activation during Episodic and Semantic Memory Retrieval: Comparing Category Production and Category Cued Recall. Neuropsychologia, 46(8): 2109–2121.

Squire, L. (2009). The Legacy of Patient H.M. for Neuroscience. Neuron, 61(1): 6–9.

IV Korkeammat kognitiiviset toiminnot

10. Ajattelu

Anderson J. R. (2010). Cognitive Psychology and it's Implications, 7. painos. New York: Worth Publishers.

Evans, J. B. T. (2010). Intuition and reasoning: A dual-process perspective. Psychological Inquiry, 21, 313–326.

Dreyfus, T. & Eisenberg, T. (1986). On the aesthetics of mathematical thoughts. For the Learning of Mathematics, 6(1), 2–10.

Eysenck, M. W. & Keane M. T. (2013). Cognitive psychology: A Student's handbook, 6. painos. London: Psychology Press.

Evans, J. & Stanovich, K. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition. Perspectives on Psychological Science, 8, (4) 223–241.

Franzel, B., Schwiegershausen, M., Heusser, P. & Berger, B. (2013). Individualised medicine from the perspectives of patients using complementary therapies: a meta-ethnography approach BMC Complementary and Alternative Medicine, 13: 124.

Gilovich, T., Griffin, D. & Kahneman, D. (2002). Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment. Cambridge: Cambridge University Press.

Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. (2004). Tutkiva oppiminen: järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä. Helsinki: WSOY.

Helkama, K. & Myllyniemi, R. & Liebkind, K. (2013). Johdatus sosiaalipsykologiaan. Helsinki: Edita.

Helkama, K. & Myyry (2014). Järki, tunteet ja intuitio moraalin sosiaalipsykologiassa. Teoksessa L. Myyry ym. (toim.), Arkiajattelu, tieto ja oikeudenmukaisuus. Sosiaalitieteiden laitoksen julkaisuja 2014:8. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Hood, B. (2009). Supersense. Why We Believe in the Unbelievable. HarperCollins e-Books.

Jones, E. E., & Davis, K. E. (1965). From acts to dispositions: the attribution proces in social psychology, in L. Berkowitz (ed.), Advances in experimental social psychology (volume 2), 219–266. New York: Academic Press.

Joutsenlahti, J. (2005). Lukiolaisen tehtäväorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä. Tampere: Acta Universitatis Tamperensis 1061. Tampere University Press.

Kahneman, D. & Frederick, S. (2002). Representativeness Revisited: Attribute Substitution in Intuitive Judgment. Teoksessa T. Gilovich, D. Griffin & D. Kahneman. (toim.): Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment. Cambridge: Cambridge University Press.

Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (1985). Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases. Cambridge: Cambridge University Press.

Kahneman, D. & Tversky, A. (1991). Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model. The quarterly journal of economics, 106, (4), 1039–1061.

Kahneman, D. & Tversky, A. (1991). Rational choice and the framing of decisions. The Journal of Business, vol. 59, no. 4, part 2: The Behavioral Foundations of Economic Theory, 251–278.

Laarni, J., Kalakoski, V., & Saariluoma, P. (2010). Ihmisen tiedonkäsittely. Teoksessa P. Saariluoma, Kemppainen & Hautamäki (toim.): Moderni kognitiotiede. Helsinki: Gaudeamus.

Lieberman, M. D. (2000). Intuition: A Social Cognitive Neuroscience Approach. Psychological Bulletin, 125, (1)109–137.

Lindeman, M. (2008). Intuitio ja usko yliluonnolliseen vaihtoehtolääkinnän suosion selittäjänä Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim, 124(19) 2171–7.

Lindeman, M. (2011). Biases in intuitive reasoning and belief in complementary and alternative medicine. Psychology and Health, 26 (3): 371–382.

Messick, S. (1996). Bridging cognition and personality in education: The role of style in performance and development. European Journal of Personality, 10, 353–376.

Montague, R. (2006). Why choose this book? How we make decisions. New York Dutton: Penguin Group.

Rosenberg, S. (2006). The Not So Common Sense. Differences in How People Judge Social and Political Life. Michigan: Gran Rapids.

11. Kielelliset toiminnot

Cai, Q., der Haegen, L. & Brysbaert, M. (2012). Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention, 110, (4)322–330.

Carter, R., Aldridge, S., Page, M. & Parker, S. (2016). Aivot. Kuvitettu opas aivojen rakenteeseen, toimintaan ja häiriöihin. Helsinki: Readme.fi.

Eysenck, M.W. & Keane M. T. (2013). Cognitive psychology: A Student's handbook. 6. painos. Hove: Psychology Press.

Formisano, E., De Martino, F., Bonte, M. & Goebel, R. (2008). "Who" Is Saying "What"? Brain-Based Decoding of Human Voice and Speech. Science, 322, (5903) 970–973.

Gazzaniga, M. Ivry, R. & Mangun, G. (2014). Cognitive Neuroscience. The Biology of Mind. 4. painos. New York: Norton & Company.

Hassinen, S. (2005). Lapsesta kasvaa kaksikielinen. Helsinki: Finn Lectura.

Huotilainen, M. & Partanen, E. (2010). Kielen varhainen neuraalinen edustus. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.): Kieli ja aivot, 176–181. Turku: Turun yliopisto, Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.

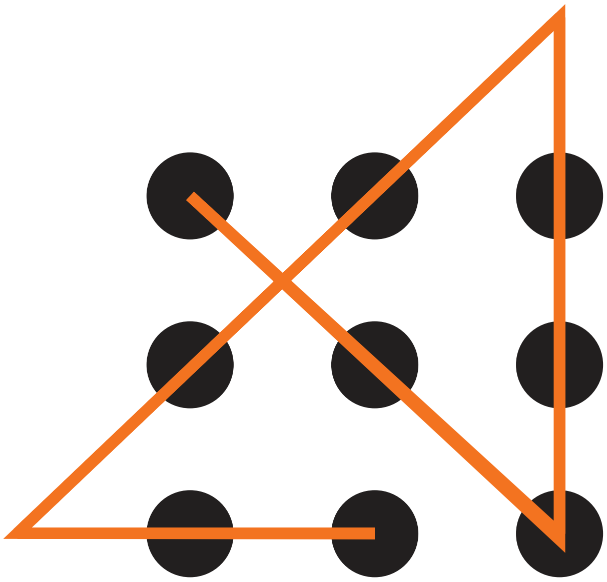
Leppänen, P.H.T. & Hämäläinen, J. (2010). Puheen ja kielen aivoperustan mittaus ja kuvantaminen. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.): Kieli ja aivot, 68–80. Turku: Turun yliopisto, Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.

Lyytinen, H. (2010). Dysleksia. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.): Kieli ja aivot. Turku: Turun yliopisto, Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.

Tremblay, P. & Dick, A. S. (2016). Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology. Brain & Language, 162, 60–71.

Salmelin, R. (2008). Aivot ja kielen ymmärtäminen. Tieteessä tapahtuu, 1, 6–9.

Ylinen, S., Alho, K. & Kujala, T. (2009). Puheen havaitsemisen aivoperusta. Teoksessa O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (toim.): Puhuva ihminen. Puhetieteiden perusteet, 244–254. Helsinki: Otava.



Ratkaisu sivun 123 tehtävään.

KUVALÄHTEET

Kansi: Getty Images / iStock

s. 6 Pavlo Baliukh / Shutterstock

s. 9 Jeff Spicer / Getty Images Europe

s. 11 Mostphotos / via Sanoma Pro Oy

s. 12 Shutterstock

s. 13 vas. Stas Knop / Shutterstock

s. 13 oik. Teemu Tretjakov / Mostphotos

s. 14 Kari Hirvo / Sanoma Pro Oy

s. 17 Sciencephoto / MVphotos

s. 18 Kerttu Penttilä

s. 19 Rio Gandara / HS

s. 20 Kerttu Penttilä

s. 22 Sciencephoto / MVphotos

s. 23 Sanoma Pro Oy

s. 24 Kerttu Penttilä

s. 25 Sanoma Pro Oy

s. 26 Phanie / Lehtikuva

s. 28 Petri Kovalainen

s. 29 Nina Tuittu

s. 30 Dudarev Mikhail / Shutterstock

s. 33 Plugi Oy / via Sanoma Pro Oy

s. 35 Sansiri Studio / Shutterstock

s. 36 Rita Kochmarjova / Fotolia

s. 42 Shutterstock

s. 43 DragonImages / Fotolia

s. 49 ylh. Juan Gaertner / Shutterstock

s. 49 alh. Shutterstock

s. 51 Evgeny Atamanenko / Shutterstock

s. 55 Shutterstock

s. 57 Fotolia

s. 58 Oli Scarff / AFP / Getty Images

s. 61 vas. Andrea Mohin / The New York Times / MVphotos

s. 61 oik. Tammi

s. 62 Jari Lam / Sanoma Pro Oy

s. 65 oik. Sciencephoto / MVphotos

s. 66 Nina Tuittu / Sanoma Pro Oy

s. 67 Cathy Yeulet / PantherMedia / via Sanoma Pro Oy, kuvankäsittely Timo Kupula

s. 68 Jari Lam / Sanoma Pro Oy

s. 69 Underwood Archives / Getty Images

s. 70 TEMP Photo researchers / MVphotos

s. 71 Shutterstock

s. 72 Alamy / MVphotos

s. 74 Alexey Yuzhakov / Shutterstock

s. 75 Hero Images / Getty Images

s. 77 Matej Kastelic / Shutterstock

s. 78 Daxiao Productions / Shutterstock

s. 79 Seppo Samuli / Lehtikuva

s. 81 piirroskuvan lähde: Vossel, Geng & Fink, 3014 (soveltaen)

s. 84 Face To Face A / MVphotos

s. 86 Shutterstock

s. 88 Psykologien Kustannus / Nina Tuittu

s. 89 AFP / MVphotos

s. 90 Fotolia

s. 91 Vilja Harala / Sanoma Pro Oy

s. 92 Emmi Korhonen / Sanoma Pro Oy

s. 93 ylh. vas. Szekeres Szabolcs / PantherMedia / via Sanoma Pro Oy

s. 93 ylh. 2. Mikael Langstrom / Mostphotos / via Sanoma Pro Oy

s. 93 ylh.3. Getty Images / Stockdisc / via Sanoma Pro Oy

s. 93 ylh. oik. Mitar gavric / PantherMedia / via Sanoma Pro Oy

s. 93 kesk. vas. Stanislav Perov / PantherMedia / via Sanoma Pro Oy

s. 93 kesk. 2. Shutterstock
s. 93 kesk. 3. Nina Tuittu
s. 93 kesk. oik. Roope Permanto / Sanoma Pro Oy
s. 93 alh. vas. Elina Manninen / Shutterstock
s. 93 alh. 2. Shutterstock
s. 93 alh. 3. Anita Kokkila / Sanoma Pro Oy
s. 93 alh. oik. PantherMedia / via Sanoma Pro Oy
s. 94 Saara Nurmi / Sanoma Pro Oy
s. 95 Phanie / Lehtikuva
s. 96 Konstantin Pelykh / Fotolia
s. 99 Jenni Ogden / MVphotos
s. 100 Satu Salonen-Karabulut / Sanoma Pro Oy
s. 101 Tony Gutierrez / AP / Lehtikuva
s. 102 Francois Nel / Getty Images Europe
s. 103 Shutterstock
s. 104 Nina Tuittu
s. 105 Fotolia
s. 106 Vilja Harala / Sanoma Pro Oy
s. 107 Ocskay Mark / Shutterstock
s. 109 Martti Kainulainen / Lehtikuva
s. 113 Popova Valeriya / Shutterstock
s. 114 Polaris / MVphotos
s. 117 Shutterstock
s. 119 Ben Radford / Corbis via Getty Images
s. 120 Nina Tuittu
s. 122 Shutterstock
s. 125 Jussi Nukari / Lehtikuva
s. 126 Volodymyr Baleha / Shutterstock
s. 129 vas. Shutterstock
s. 129 oik. Shutterstock
s. 130 Peter Palo-oja
s. 132 Rodolfo Contreras / Alamy / MVphotos
s. 133 Pavel L Photo and Video / Shutterstock
s. 134 ideastudio/ Fotolia / via Sanoma Pro Oy
s. 135 Shutterstock
s. 136 Jarno Mela / Lehtikuva
s. 138 Phanie / Lehtikuva
s. 139 Mikko Stig / Lehtikuva